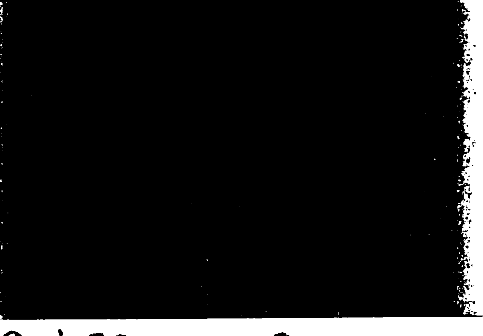



SIGILLVM ACADEMIAE HARVARDIANAE IN NOV. ANG.
CHRISTO ET ECCLESIAE
VE
RI
TAS



ALICE A. JARDINE
850 AMSTERDAM, 9C
NEW YORK, NY 10025

ABHANDLUNGEN ZUR GESCHICHTE DER MATHEMATISCHEN
WISSENSCHAFTEN MIT EINSCHLUSS IHRER ANWENDUNGEN
BEGRÜNDET VON MORITZ CANTOR. XXI. HEFT

Gottfried Wilhelm, freiherr von Leibnitz.

LEIBNIZENS NACHGELASSENE SCHRIFTEN

PHYSIKALISCHEN, MECHANISCHEN UND TECHNISCHEN INHALTS

HERAUSGEGEBEN
UND MIT ERLÄUTERNDEN ANMERKUNGEN VERSEHEN
VON
DR. ERNST GERLAND
PROFESSOR DER PHYSIK UND ELEKTROTECHNIK
AN DER KÖNIGLICHEN BERGAKADEMIE ZU CLAUSTHAL

MIT 200 FIGUREN IM TEXT

LEIPZIG
DRUCK UND VERLAG VON B. G. TEUBNER
1906

Vorwort.

Die Schriften physikalischen, mechanischen und technischen Inhaltes aus Leibnizens Nachlasse, welche hier zum ersten Male veröffentlicht werden, befinden sich auf der Königlichen Bibliothek in Hannover. Eine kurze Angabe ihres Inhaltes ist im ersten Bande der dritten Folge der Bibliotheca mathematica (Leipzig 1904) erschienen. Sie sind teils in lateinischer, teils in deutscher, teils endlich in französischer Sprache geschrieben, oft freilich so nachlässig und schlecht, daß ihr Entziffern einem Erraten gleichkommen mußte. Es war deshalb in vielen Fällen, namentlich auch dann, wenn Wörter oder Satzteile abgerissen waren, nötig, Konjekturen zu machen, die in Noten unter dem Texte beigegeben sind. Der Text selbst ist eine möglichst getreue Wiedergabe des Urtextes, nur die Interpunktion, die bei Leibniz oft ganz fehlt, habe ich zur Bequemlichkeit des Lesers zugefügt. Obwohl Leibniz sich der deutschen Schriftzeichen bediente, sobald er in deutscher Sprache schrieb, so sind doch durchgehends lateinische Schriftzeichen verwendet worden. War es dadurch auch nicht tunlich, die lateinischen oder französischen Worte, die er in seine deutschen Arbeiten nach Sitte seiner Zeit einflocht, durch die Schriftzeichen hervorzuheben, so war doch die Möglichkeit gegeben, auch seine deutsch geschriebenen Notizen und Abhandlungen dem nicht deutschen Leser bequem zugänglich zu machen. Die Rechtschreibung Leibnizens ist dagegen überall beibehalten, mit der Einschränkung jedoch, daß etwaige Inkonsequenzen unberücksichtigt blieben, daß offenbare, meist auf Nachlässigkeit zurückzuführende Fehler verbessert wurden. Das Datum der Abfassung seiner Notizen oder Abhandlungen hat Leibniz nicht immer zugefügt. Wo es fehlt, ist es, soweit dies möglich war, zu bestimmen versucht worden; doch wurden die zu seiner Ansetzung führenden Gründe in beigegebenen Anmerkungen dargelegt. Diese Anmerkungen enthalten außerdem Mitteilungen, die geeignet schienen, die Bedeutung der Texte in das richtige Licht zu rücken. Über die Rechenmaschine ist nichts aufgenommen; sie ist bereits Gegenstand von Veröffentlichungen gewesen, dürfte auch richtiger ihre Stelle unter den mathematischen Schriften finden. Die im Text in ( ) eingeschlossenen Zusätze rühren von Leibniz her, von mir zugefügte sind durch [ ] kenntlich gemacht.

Herrn Geheimen Regierungsrat Bodemann, dem Vorstand der Königlichen Bibliothek in Hannover, bin ich durch sein liberales Entgegenkommen, das mir die schwierige und mühsame Arbeit wesentlich erleichtert hat, zu größtem Danke verpflichtet.

Clausthal, im November 1905.

E. Gerland.

Inhaltsverzeichnis.

[*D* bedeutet deutsch, *Fr* französisch, *L* lateinisch.]

Verbesserung. S. 161 Z. 8 und 9 v. o. Statt „Es ist" bis „ausgeführt ist" lies: Auf den nämlichen Gedanken kam, wie Desaguiliers in den Phil. Trans. von 1722 mitteilt, Haskins und später Vreem. Die von Desaguiliers mit dem von ihm verbesserten Apparat Haskins' angestellten Versuche lieferten gute Ergebnisse (vgl. auch Desaguiliers A course of Experimental Philosophy. Holländ. Übers. III. S. 116).

Einleitung.

Es ist ein bekannter Ausspruch Friedrichs des Großen, daß Leibniz mit seinem ungeheuren Wissen für sich selbst eine ganze Akademie dargestellt habe. In der Tat war seine Vielseitigkeit einzig in ihrer Art, aber sie ist ihm keineswegs immer zum Ruhme angerechnet worden. Über die staunenswerte Weite seines Wissens übersah man die damit vereinigte Tiefe, und wenn ihn die einen nur als Polyhistor gelten lassen wollten, so machten ihm die anderen zum Vorwurf, daß er durch seine übermäßige Zersplitterung es versäumt habe, sich zu einem großen, seiner gewaltigen Geisteskraft würdigen Werke aufzuraffen. Wer freilich als solche seine großartigen mathematischen und mechanischen Entdeckungen und Arbeiten, seine Protogaea, seine Monadologie nicht gelten lassen will, dem ist nicht zu helfen, auch wenn man ihn auf die umfangreichen und gehaltvollen Schriften historischen und archäologischen Inhaltes hinweisen wollte. Bedenkt man dagegen, daß der nämliche Mann als praktischer Staatsmann eine reiche Tätigkeit an den Tag legte, deren Möglichkeit allein auf seiner auch auf diesem Felde ihre Probe bestehende Tüchtigkeit beruhte, so bleibt es unfaßlich, woher der eine die zu alle diesem nötige Zeit hernehmen konnte, aber es ergibt sich zugleich, daß sein Hauptwerk sein Leben selbst gewesen ist. Er, der Privatmann, nahm, von vaterländischem Eifer beseelt, kühn den Kampf mit dem mächtigsten Herrscher seiner Zeit, mit Ludwig XIV. auf, war für seinen Landesfürsten, ebenso wie für den Kaiser unablässig diplomatisch tätig und behielt doch noch Zeit für Arbeiten auf jedem Gebiete des menschlichen Wissens, die als Lebenswerk eines Fachmannes auf einem solchen anerkennenswert genug gewesen wären.

Manches davon hat er in Druck gegeben, den bei weitem größeren Teil nicht. Obwohl seine Zeit eine Reihe wissenschaftlicher Zeitschriften entstehen sah, so waren die Gelehrten doch, wenn sie sich mit den Ergebnissen ihrer Arbeiten gegenseitig bekannt machen wollten, mehr oder weniger auf den brieflichen Verkehr angewiesen. Ihre Briefe sind deshalb das wesentlichste Material für die Geschichte der Naturwissenschaften und Technik geworden, und wie man bereits in früheren Jahrhunderten eine Reihe davon veröffentlicht hat, so ist man in unserer Zeit dazu übergegangen, sie in möglichster Vollständigkeit herauszugeben. So sind denn auch viele Leibnizsche Briefe gedruckt, mehrere harren noch der Veröffentlichung. Neben den Briefsammlungen sind es dann die hinterlassenen Schriften der Vorkämpfer jener Periode des Aufschwunges der Naturwissenschaften, die das wertvollste Material bergen, und dieses von Leibniz auf dem Gebiete der

Physik und der Technik herrührende der allgemeinen Kenntnis zugänglich zu machen, ist der Zweck des vorliegenden Buches.

Man findet demnach in den nachfolgenden Blättern die Arbeiten Leibnizens, deren Inhalt physikalische, angewandt mechanische und technische Fragen behandelt. Von der Aufnahme der auf denselben Gebieten sich haltenden, reichlich vorhandenen Briefe mußte einstweilen abgesehen werden. Die hier mitgeteilten Schriften sind teils längere, wohl zu späterer Veröffentlichung bestimmte Aufsätze, teils kürzere Notizen, die festhielten, was für spätere Benutzung oder Weiterbearbeitung von Bedeutung schien. So stellen die vorliegenden Mitteilungen gleichsam einen Briefwechsel Leibnizens mit sich selbst dar, und sie haben mit anderen veröffentlichten Korrespondenzen das gemein, daß Wiederholungen vorkommen. Doch sind diese insofern wertvoll, als sie einen Einblick in die Art, wie Leibniz arbeitete, gewähren. In stets wechselnden Gesichtspunkten wird der Gegenstand von den verschiedensten Seiten beleuchtet. Abgesehen von geringfügigeren Dingen sind es namentlich Probleme der Akustik und Optik, sodann solche der Zeitmessung, der Wasserhebung und des Transportes zu Wasser und Lande, die ihn beschäftigen. Die akustischen Arbeiten geben die erste genaue Darstellung der longitudinalen Luftschwingungen, wenn auch diese Bezeichnung noch nicht angewendet wird, die ja erst Sinn bekam, als man die transversalen Schwingungen eines Mittels kennen gelernt hatte. Seine optischen Bemühungen führen Leibniz nicht über das Ergebnis hinaus, welches er in den Actis Eruditorum von 1682 auf S. 185 unter dem Titel: Unicum Opticae, Catoptricae et Dioptricae Principium veröffentlicht hatte, wonach das Produkt des Widerstandes beider Mittel in die Wege des Lichtes ein Minimum sein müsse, da das Licht den am leichtesten zurückzulegenden Weg von einem Punkte zum anderen einschlägt. Es hat ein gewisses Interesse zu sehen, wie unbequem Leibnizen die sich daraus ergebende Folgerung ist, daß die Geschwindigkeit des Lichtes im optisch dichteren Mittel größer sein müsse, wie im optisch dünneren, wie es ihm aber trotz aller Anstrengung nicht gelingt, sich von derselben frei zu machen. Es war ihm nicht möglich, sich der Annahme der sich geradlinig fortbewegenden Lichtteilchen zu entziehen, obwohl Huygens bereits 1678 der Pariser Akademie der Wissenschaften den Weg, auf dem die entgegengesetzte Folgerung zu erhalten war, gezeigt, ihn aber erst 1690 in seinem Traité de la Lumière veröffentlicht hatte. Ganz einzig steht Leibniz in seinen technischen Arbeiten da. Die Ideen dazu sind am Schreibtisch entworfen und ausgearbeitet, aber er hat keine Mühe gescheut, sie praktisch im großen auszuführen oder ausführen zu lassen und sie so auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen. Wie sich Galilei oder Otto von Guericke von den Lehren, durch die sie herangebildet waren, nie ganz frei machen konnten, obwohl ihre Arbeiten es waren, die jene überwanden, so steht auch ein Teil der technischen Arbeiten Leibnizens gänzlich auf dem Standpunkte seiner Zeit und mutet uns wohl altmodisch an, während andere wieder die modernsten Ideen aussprechen, wie sie für die damalige Zeit völlig unverständlich sein mußten. Sollte aber darin nicht gerade die wahre Größe jener Eroberer im Gebiete des Geistes liegen, sollte dies nicht die einzig mögliche Art sein, wirkliche Fortschritte in der Wissenschaft zu machen? Es ist ein arges Miß-

verständnis, wenn man (wie Poske[1]) in seinem Vortrag zum 300. Geburtstag Guerickes tut) dem Andenken eines großen Forschers dadurch zu dienen glaubt, daß man überall in seinen Anschauungen bereits die unsrigen wiederzufinden versucht, anstatt zu zeigen, wie er die ihm durch den Standpunkt seiner Zeit angelegten Fesseln ganz oder zum Teil sprengte.

So haben jene nachgelassenen Schriften Leibnizens zunächst ein hohes Interesse, insofern sie uns die Art, wie ihr Urheber arbeitete, zeigen, sodann ein wohl noch höheres, indem sie uns die Fortschritte verfolgen lassen, zu denen er sich in den betreffenden Wissenschaften aufschwang, und von denen bisher nur ein Teil bekannt geworden ist, endlich aber geben sie, und dies betrifft namentlich eine Anzahl der kürzeren Notizen, manchen wertvollen Einblick über die Art, wie Leibniz und seine Zeit verschiedene Fragen wissenschaftlicher oder technischer Art auffaßten. Von diesem dreifachen Gesichtspunkte aus dürfte die Veröffentlichung der nachgelassenen Schriften Leibnizens, welche physikalische oder technische Fragen behandeln, wohl berechtigt sein.

[1]) Poske, Verhandlungen d. D. Physik. Gesellsch. 4. S. 362—376. 1903.

Physikalischer Teil.

Barometer.

1. [Blatt in 2°.]

Man hat gefunden, daß der Mercurius bey Sonnenschein ziemlich hoch gestanden, bey regenwetter, weil sich der Luft entlediget, gefallen, bei starken winden am tieffsten herabgestiegen. Es war aber unbequem, daß man immer ein so kleines spatium differentiae, nehmlich ohngefähr 2 Zoll des auff- und absteigens hatte. Dahehr die Engländer durch eine freie Invention einen Weiser mit einem Circul daran applicirt, Hugenius hat ein Mittel gefunden, aus den 2 Zollen der Differenz wohl an 28 zu machen, indem er spiritus vini übers Quecksilber in einigen weiten Bauch des Glases geschüttet, wenn dann das Quecksilber bei veränderung der Luft in den engen Bauch hinaufftritt, so muß der spiritus vini den ganzen langen Hals über dem weiten Bauch einnehmen, wie denn Ew. Churf. Gn. die figur, so in Kupfer gestochen werden wird, schicken will. Damit aber die Differenzen noch sichtbarer werden, habe ich vorgeschlagen, man solte anstatt der ersten gläser serpentine brauchen, da dann eben die Höhe über das Niveau bleibe, die Länge des glases aber durch die viele windung vermehrt werde, so dann mit succeß geschehen. dahehr iezo offt in einer Stunde die Lufft an 7 Zoll sich ändert, da sie vor diesem in allen sich nicht über 2 Zoll ändern kann.

Anmerkung. Die Abhandlung von Huygens, auf die sich Leibniz bezieht, erschien unter dem Datum des 12. Dezember 1672 im Journal des Sçavans. Etwas später müssen also die obigen Zeilen geschrieben worden sein, die aus einem Berichte an den Kurfürsten von Mainz, Johann Philipp von Schönborn, zu stammen scheinen, bei dessen oberstem Gerichtshof Leibniz von 1670—1672 als Rat tätig war. Den mitgeteilten Worten voran geht eine Beschreibung der Versuche von Pascal, die dieser zur Prüfung der Lehre vom Luftdruck angestellt hatte. Die in England gemachte Invention ist das Radbarometer von Hooke (Mikrographia 1665. Preface 10. Seite, vgl. Gerland und Traumüller, Geschichte der physikalischen Experimentierkunst. Leipzig 1899. S. 261. Abbildung). Das Barometer von Huygens ist beschrieben in Hugenii Opera varia I. S. 278 und im Journal des Sçavans III. 1673. S. 137. Abgeb. in Gerland und Traumüller a. a. O. S. 191. Die von Leibniz vorgeschlagene Einrichtung wird nicht ganz klar. Ein Luftthermometer, dessen Rohr in Schlangenwindungen gebogen war, hatte schon Sanctorius benutzt (es ist in Burckhardt, Die Erfindung des Thermometers Fig. V abgebildet), eines mit schraubenförmig gewundenem der Groß-

herzog Ferdinand II. von Toscana. Es ist noch vorhanden und in meinem Bericht über den historischen Teil der internationalen Ausstellung wissenschaftlicher Apparate in London im Jahre 1876, in Hofmanns Bericht, Braunschweig 1878. S. 70, Fig. 41 und in Gerland und Traumüller a. a. O. S. 168, Fig. 161, abgebildet.

2. [Blatt, sehr sauber und gut geschrieben mit einigen Korrekturen.]

Cum motus corporis est insensibilis, ut non nisi progressu facto notari possit, potest tamen, motus et directio ejus in liquido agnosci ex ipsa ejus figura. ita in Barometro ascensus Hydrargyri vel descensus est insensibilis et tamen ex inspectione ipsa judicari statim potest, utrum et quorsum tendat, id est ascensumne an descensum moliatur. Nam si motus tendat sursum, superficies erit convexa, sin descendat concava erit. Quoniam media minus extremis resistant, quia ipsa interna tubi superficies contactu suo descensum moratur. Ex Mediis igitur procedentibus in ascensu intumescit superficies, in descensu excavatur.

Wesen der Luft.

3. [Blatt von der Hand Leibnizens, der rechts darauf „Cassini“ gesetzt hat.]

l'huyle qui est plu legere que l'eau et aussi moins dense, fait pourtant une moins grande refraction. Mons. Cassini[1]) dit, que la hauteur de l'air trouvée par les refractions est moindre, que celle qui se trouve par les raisonnemens sur le Barometre. Ainsi il y a apparence, qu' il y a deux matieres qui composent l'air: L'une unie comme une huyle, qui est repercée dans certaines bornes et qui fait la refraction, l'autre est discontinue, comme une matiere branchue, qui passe au dessus de cette huyle et se etend par son ressort; c'est celle qui fait la pesanteur de l'atmosphère ...

Anmerkung. Es sind hier offenbar die Dünste in der Luft gemeint, über deren Wesen man zu Zeiten Leibnizens noch keineswegs klar war. Meinten einige, das Wasser könne sich in Luft verwandeln, so hielten andere den Wasserdampf der Luft für einen ihr verwandten Stoff. Mariotte[2]) sah in ihm eine matière aërienne, welche das Wasser auflösen könne. Leibniz nennt sie ein Öl, das er aber mit dem Wasser vergleicht. Ihn interessiert namentlich ihre Wirkung auf die Spannkraft oder das Gewicht der Luft; bei einer anderen Gelegenheit[3]) spricht er die Ansicht aus, daß sie den Druck der Luft nur so lange vermehren können, als sie von ihr getragen werden. Über die Spannkraft des erhitzten Wasserdampfes hatte er dagegen den unsrigen nahekommende Anschauungen, wenn er ihren Grund sucht im Vorhandensein „des petites boules qui frappent“.[4])

1) Wohl in der im 1. Band der Memoiren der Pariser Akademie abgedruckten etwa 1682 verfaßten Table des refractions et des parallaxes de Soleil.

2) Histoire de l'Academie Royale des Sciences I. Paris 1733. Die Arbeit war 1679 verfaßt.

3) Ephemerides barometricae Mutinae etc. Christ. Kortholtii Tomus I. Lipsiae 1734. epist. CXXVI. p. 181. Vgl. Heller, Geschichte der Physik II. Stuttgart 1884. S. 230.

4) Brief Leibnizens an Papin vom Mai 1704. Gerland, Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin. Berlin 1881. S. 306.

Wesen der Flamme.

4. [Die folgenden Bemerkungen sind dreimal gleichlautend vorhanden auf 2 und 3 Quartseiten aufgeschrieben.]

Ut cognoscamus, utrum et quatenus vis aeris Elastica inminuatur per flammam, sequentia examinanda crediderim.

1⁰ Quantis temporibus extinguatur eadem candela in diversae capacitatis vasis numeratis penduli ictibus, ut sciamus, an tempora sint capacitatibus tuborum proportionalia.

2⁰ Quantis temporibus extinguantur diversae candelae in eodem vase, ut appareat, an servetur proportio materiae combustibilis consumtae, seu magnitudo flammae. Hoc est an tempora flagrandi in eodem vasi sint tanto breviora, quanto major fuit flamma. Idem melius ope olei sciri poterit, ponderando ante immissionem et post extinctionem.

3⁰ In istis vasorum varietatibus notanda est eadem vel diversa aquae intra recipientem insurrectio, ut appareat exempli gratia, an major flamma in eodem tubo plus Elastri aerei consumserit vel altius assurgere possit aqua aliaeque hujusmodi proportiones.

4⁰ Videndum etiam, an in Recipiente oris paulo angustioris caeteris paribus altius ascendat aqua an verò eadem sit altitudo.

5⁰ Examinanda etiam est variatio aquae durante experimento, an nimirum semper ad extinctionem usque servet aequilibrium, quod initio immersionis habuit. Videtur enim per aërem inclusum calore rarefactum debere depelli nonnihil et post refrigerationem aequilibrium recuperare. Itaque illud accuratè examinandum est, quanto aqua ultra primum immersionis statum postremo assurgat.

6⁰ Cavendum est, ne quid turbet dilatatio et contractio vasis a calore et frigore. Vas enim recipiens calefactum se dilatat, et aquam attrahit, dum interim aër calore dilatatus aquam repellit. Et quia videtur tubus diutius retinere calorem quam aër fieri posset, ut post extinctionem candelae minuto calore aëris praevaleat attractio tubi et aqua assurgat, sed in vase oris capacioris minus efficit attractio tubi, caeteris paribus. Et ex altitudine aquae variata pro orificiis, capacitatibus et flammae magnitudine aestimari potest, quantum ipse sit tribuendum. Remedium, etiam dabit refrigeratio Recipientis exterior.

7⁰ Sed optimum erit videre, an duret elevatio aquae etiam refrigerato tubo et quamdiu. Nam si non durat ultra tubi calorem, suspectum est experimentum. Sin durat notabili tempore, jam dignum scitu erit, an et quando Elastrum amissum ab aëre sponte recuperetur. Atque hoc ultimum de duratione elevationis ante omnia examinandum puto. Hinc enim maximè apparebit, quid de experimento sit sperandum, et an caetera examinari mereantur, quae numero 3. 4. 5. 6. notavimus, nam quae numero 1 et 2 quaesivimus, semper scitu digna erunt.

8⁰ Cavendum autem est, ne aër sit calefactus ante inclusionem, ita enim mirum non foret, si postea refrigeratus aquam attraheret. itaque candela accensa in locum, ubi stare debet, posita subito a recipiente tegenda est, ne tempus habeat aerem nondum clausum circa se calefaciendi; quod si hac cautione servata, deinde post tubi refrigerationem durat elevatio, fatendum est novi aliquid in hoc experimento latere.

Anmerkung. Aus dem Umstand, daß sich die vorstehenden Sätze in dreifacher Ausfertigung vorfinden, scheint hervorzugehen, daß sie Leibniz an Beobachter versenden wollte, von denen eine sachgemäße Behandlung der Frage zu erwarten war. Darüber, ob er es wirklich getan hat, wage ich keine Ansicht auszusprechen. Vergleicht man die zeitgenössischen Werke, die sich über das Wesen der Luft aussprechen, so findet man nichts, was dafür zu sprechen scheint. Die Zeit, in welcher Leibniz die obigen Fragen zusammenstellte, ist freilich nur mit einiger Wahrscheinlichkeit zu bestimmen. Da sie abgeklärtere Ansichten aussprechen, wie die unter 3) mitgeteilte Notiz, so wird man sie als jünger zu betrachten haben. Da nun die Erwähnung der Cassinischen Arbeit für jene eine spätere Zeit wie 1682 zu fordern scheint, so würde die vorliegende noch später zu setzen sein. Redet nun Leibniz dort von einem Öl, welches die Refraktion bewirken, während die andere Materie für die Spannkraft und das Gewicht der Luft aufkommen soll, so setzt er hier statt dessen das Elastrum als den Teil der Luft, welchen die Flamme konsumieren soll. Das aber soll derjenige sein, welcher die elastische Kraft ausübt, wie er denn zu öfteren in den unten mitgeteilten Abhandlungen akustischen Inhaltes es mit der Spannung identifiziert, indem er z. B. in Nr. 11 sagt: Aër suum habet determinatum Elastrum sive tensionem. So würde dieses Elastrum mit Hookes salpetrigen Teilchen, mit Mayows Spiritus nitroaëreus in Parallele zu setzen sein. Ob man alsdann zur Erklärung des Öles an die in der Luft vorhandenen Wasserdünste zu denken hat, steht dahin. Es sieht fast so aus, als habe sich Leibniz über die Beteiligung der Luft am Verbrennungsprozeß einer Kerze noch keine feste Ansicht gebildet gehabt und deshalb zur Aufklärung dieser Frage die obigen Sätze niedergeschrieben. Sie zeichnen sich durch die mustergültige Art der Fragestellung aus, und diese ist um so mehr hervorzuheben, als man das Problem damals nur qualitativ zu behandeln gewohnt war, es hier aber quantitativ in Angriff genommen werden soll. Bewundernswert ist die Umsicht, mit der dies geschieht, die ebensowohl durch Kapillarität, als durch störende Erwärmung bewirkte Fehler zu vermeiden sucht.

Tragkraft der Luft.

5. [Blatt in 8°.]

Aero-nautica.

Aeris pes cubicus pondere aequat unciam unam cum dimidia. Laminae è cupro satis adhuc consistentes pedem unum longae et latae, quae tres uncias suo pondere non excedant; quarum 12 constituunt libram. Sphaera ex his laminis, quae pedem haberet in diametro, esset (secluso aëre) ponderis, $9\frac{3}{7}$ unciarum. Nam diam. sphärae est a, nempe 1. pes. circumf. $\frac{22}{7}a$, superficies sphärae est $\frac{22}{7}a^2$. sit a^2 pes una: vel 3 unc., [!] erit superficies sphärae $\frac{66}{7}$ unc. seu $9\frac{3}{7}$ unc.

Aeris inclusi pondus esset $\frac{11}{14}$ unc. Nam area externa [?] sphärae fit multiplicata superficie eius per sextam partem diametri. seu $\frac{22}{7.6}a^3$, est autem a^3 pondus $1\frac{1}{2}$ unciae, fiet $\frac{22}{7.6}a^3$ aequ. $\frac{11}{14}$ unc.

Multiplicemus a per b fiet $\frac{22}{42}a^3b^3$ aequ. $\frac{11}{14}b^3$ et $\frac{22}{7}a^2$ aequ. $\frac{66}{7}b^2$. debent esse $\frac{66}{7}b^2$ aequ. $\frac{11}{14}b^3$ seu fiet: 12 aequ. b. itaque si ponatur sphära pedum 12. aequale erit pondus sphärae cupreae et aeris ei inclusi.

Generaliter sphärae cupreae pondus est $\frac{11}{14}b^3$ unciarum posito b esse numerum pedum diametri. et aeris inclusi pondus esse $\frac{66}{7}b^2$ unciarum posito b numero eodem.

Sed mea sententia laminae istae cupreae sunt nimis tenues. Itaque calculum instituamus generalius. Numerus pedum diametri sphärae sit b. A sit 4 pes et area superficiei sphärae $\frac{22}{7}b^2 4^2$ et area solidi $\frac{11}{21}b^3A^3$ seu unius pedis quadrati cuprei pondus esto c, similiter A^3 seu unius pedis cubici pondus esto aequale $1\frac{1}{2}$ unc.

fiet pondus cupreae sphärae . . . . . $\frac{22}{7}b^2c$

pondus autem aeris inclusi . . . . . $\frac{11}{21}b^3\frac{3}{2}$ unc.

seu $\frac{11}{14}b^3$ unc. Rem ergo breviter ita ponamus

Sit pondus pedis quadrati laminae cupreae c
varians pro crassitie laminae
pondus cubici aeris . . . . $\frac{3}{2}$ unc.
Numerus pedum diametri sphärae . . b
Erit pondus sphärae cupreae . . . . . $\frac{22}{7}b^2c$
pondus aeris inclusi . . . . $\frac{11}{4}b^3$ unc.

Quare si laminam pedis quadrati cuprei ponamus esse duarum librarum seu 32 unciarum: quaeratur magnitudo diametri talis, ut tantum ponderet sphära cuprea quantum aer inclusus, fiet:

$$\frac{22}{7}b^2\ 32\ \text{unc}\ \sqcap\ \frac{11}{14}b^3\ \text{unc}$$

seu fiet 32 A, aequ. b sive deberet esse sphära 128 pedum.

Generaliter si quaeratur longitudo diametri sphärae, ut fiat aequatio, habebitur $\frac{22}{7}b^2c$ aequ. $\frac{11}{14}b^3$ unc. seu $4c$ unc. aequ. b, sive numerus b quaesitus erit ad 4.

Ut pondus c laminae pedis quadrati materiae, ex qua globum conficere volumus, est ad unciam. itaque si lamina esset unius librae, erit sphaera necessaria minimum diametri 64 pedum. itaque rem ad usum transferri posse non puto. Nam nec tantas sphaeras etiam per partes si quis parabit, et si paratae essent, quis credat laminas, si tanto ponderi comparentur tam tenues, resistere posse ponderi tam immensi, quantum est alias inviis ventis. Nec aequabilitas sphärae privare potest ea enim tanta, non potest quia exiguae inäqualitates supersint, quae horribili isti ponderi, cui nihil in natura simile visum est, necessario cedent. itaque rem puto esse supra

vires humanas. Numerus unciarum ponderis laminae pedis quadrati materiae unde fit sphaera quadriplicatus
est numero pedum diametris sphärae in suspenso in aeri manentis.

[In die Überschrift hineingeschrieben steht:]

(Conclusi numerum pedum diametri sphärae esse ad numerum 4, ut numerus unciarum ponderis laminae pedis quadrati unde fieri debet sphära, est ad unciam seu numerum unciarum ponderis laminae pedis quadrati quadruplicatum esse numerum pedum sphärae minimae in aere elevabilis.)

Anmerkung. Leibniz sagt im Anfange der vorstehenden Notiz, daß 12 Unzen auf 1 Pfund gehen, setzt aber nachher 2 Pfunde gleich 32 Unzen, so daß also auf 1 Pfund 16 Unzen kämen. Da die erste Einteilung beim Apothekergewichte, die letzte beim altfranzösischen Gewichte verwendet wurde, so ließ sich nur bestimmen, welche Einteilung Leibniz seiner Rechnung zugrunde gelegt hat, indem man für beide Annahmen das Gewicht der Luft berechnete. Legt man das altfranzösische Gewicht mit dem Pfund zu 16 Unzen zugrunde und nimmt die Dichtigkeit der Luft bei 0^0 und 760 mm Barometerdruck zu 0,001293 an, so erhält man als Gewicht von 1 Kubikfuß Luft 1,45 statt $1\frac{1}{2} = 1{,}50$ Unzen, welche Zahl Leibniz angibt. Da die Dichtigkeit der Luft damals keineswegs genau bekannt war, Leibniz offenbar auch nur mit abgerundeten Zahlen rechnet, so kommt man zu dem Ergebnis, daß er seinen Rechnungen das altfranzösische Maß zugrunde gelegt, also 1 Pfund = 16 Unzen gesetzt hat. Unter Annahme des Apothekergewichtes erhält man in der Tat das Gewicht von 1 Kubikfuß Luft zu 1,09 Unzen. Auffallend ist der hohe Wert der Dichtigkeit der Luft, der sich aus der von Leibniz angegebenen Zahl ergibt, wenn man nach dem altfranzösischen Gewichte sie berechnet. Man erhält nämlich 0,001339, während die gleichzeitigen Forscher viel niedrigere Werte erhielten, Boyle 0,001066, Halley und Cotes als größten Wert 0,001191, Wolf 0,001158, endlich 's Gravesande, der die von Bernoulli angegebene Methode anwendet, 0,001253. Das Mittel aus seinem und dem von Leibniz angenommenen Werte würde 0,001296, also sehr nahe den jetzt als richtig geltenden geben. Die vorstehende Notiz dürfte Leibniz kurz nach 1670 niedergeschrieben haben, in welchem Jahre Lana den Vorschlag gemacht hatte, mittelst luftleerer Kugeln von Kupfer ein Schiffchen in die Luft zu heben.

Kapillarität.

6. [Kleines Blättchen.]

Es ist gewiß, daß das waßer über seine Wage in die höhe steiget, sowohl in engen röhren, als in sand, schwamm und dergleichen an die 18 Zoll, videatur Experimentum Maignani[1]) relatum et excultum à Dn Rohalto[2]) libro die origine fontium, sed ut effluat seu redundet ultra tubulos, in quibus ascendit, effici non potest. Ego verò pro rectum habeo non id

1) Maignan (1601—1676) war Minorit. Er lebte als Lehrer der Theologie und Mathematik in Rom, später in Toulouse und ist der Verfasser eines 1673 herausgegebenen Cursus philosophiae.

2) Rohault (1620—1675), Privatlehrer in Paris, war der Verfasser eines Traité de Physique.

fieri ex propria vi aequilibrii, ut concipere videtur Robervallus[1]), quod aqua in tubulis angustis non aequiponderet, sed ex vi externa circiter, ut explicat Rohaltus. Quoniam igitur adest illa vis, videndum est, an non revera eius ope effici possit motus perennis, qui tamen revera non foret mechanicus non magis, quam ille, quem Leisnerius ope Magnetis procurare voluerat. Adhibeantur tenuissima folia ut talci et eorum motu, dum rursus à se dimoventur, recidat. vel si circuletur aliquid perpendiculariter erectum circa subtilissimos axes, ut eius motu modo fiant, modo destinantur subtiles crenae. Experiamur etiam, quod fiat, si quam continua pagina venae (?) alicubi angustior alicubi laxior sit, erunt enim et liquores inaequales altitudinis. Quid si foliolis ab intus accedat exigua pressio, ut liquorem exprimat, an sponte alius succedet, fluentque etiam recessante pressione? non puto, alioqui res foret egregia: puto igitur potius subinde repetita pressione opus fore. videndum autem, an vis exprimens minor sufficiat, quam est ipsum aquae elevatae pondus. Certe non solum pondus aquae superandum est, sed et adhaesio ad superficiem foliolorum.

Anmerkung. Die obige Notiz scheint Leibniz vor 1683 geschrieben zu haben, denn er erwähnt die Schrift von Jacob Bernoulli über denselben Gegenstand noch nicht, in der dieser die Haarröhrchenanziehung, wie die Festigkeit usw. auf die Gravitas Aetheris zurückführen zu können glaubt. Da über sie in den Actis Eruditorum des nämlichen Jahres auf S. 106 ausführlich berichtet worden ist, so ist mit Sicherheit anzunehmen, daß Leibniz in dem Jahre ihres Erscheinens Kenntnis von ihr erhielt. In dieser Schrift aber bezeichnet Bernoulli die Hoffnung derer, welche die Haarröhrchenanziehung zur Herstellung eines Perpetuum mobile benutzen wollen, als eine eitle und macht im Gegensatz zu Rohault auf das verschiedene Verhalten des Quecksilbers, sowie auf die Form der Menisken aufmerksam. Darauf wäre seiner sonstigen Gepflogenheit nach Leibniz sicher eingegangen, wenn er Bernoullis Schrift oder deren Auszug gekannt hätte.

Akustische Arbeiten.

7. [Zwei kleine Blätter von Leibnizens Hand.]

1) Über Moreland's Sprachrohr. Ein krummes leistet dieselben Dienste, wie ein gerades. Ce seroit une chose curieuse, si on le pouuoit cacher sous la perruque.[2])

2) Es ist anjezo ein Mann in England, der in ein gläsern Instrument eigener Applikation redet und zwar leise ziemlich, wie man auch in einer Trompete nicht so stark bläset, daß man durch den ganzen Parck oder Garten höhret und zwar deutlich. Imgleichen wenn ers vors ohre hält, so hört er alles hahrkleine si hoc verum, potest magis augmentari. hoc[3]) mihi dixit Dr. v. Helmont anno 1671.

Anmerkung. Moreland hatte 1670 das Sprachrohr erfunden.

1) Giles Persone, gebürtig aus dem Dorfe Roberval (1602—1675), war Professor in Paris, Verfasser verschiedener Schriften und Erfinder der oberschaligen Wage und des Gewichtsaräometers.

2) Für die damalige Zeit der Allongeperücken ein brauchbarer Vorschlag!

3) Von hier an mit anderer Tinte.

8. [Kleines schlecht geschriebenes Blättchen von Leibnizens Hand.]

Der Donner scheint großenteils ein Echo in den Wolken zu seyn, wie denn solcher aus der relation des Fiolichii de Carpathis monte und anderen umbständen abzunehmen. Daher auch der Donner fortzulauffen und sich uns zu nähern scheint. Etwa eine Meile von Helmstad[1]) bey einem Dorff zum Drewdel ist ein aus der maßen schöhnes Echo, welches den Donner wohl nachahmet. Die Studenten kommen bisweilen dahin, bringen kleine mörser mit hinauß und schießen im Holz herumb in der ebene zeiget sich wie ein gelbes (?) theatrum, der schall antwortet erstlich sehr stark ein baar mahl, dann wird er immer geschwinder und schwächer und laufft also wie ein Donner an dem Wald herumb.

9. [4 Seiten in 2°, halb beschrieben mit vielen Korrekturen. Konzept.]

De soni generatione, propagatione et expressione in organo Mechanice explicatis; excerpta ex Epistolis G. G. L.[2]) ad viros quosdam clarissimos, qui in Germania Galliaque idem argumentum versant.

Quae hactenus extant de hoc argumento nondum satisfaciunt. Vetustissima est explicatio per circulos lapillo in aquam projecto nascentes; quidam aerem ad instar pulveris et sagittularum excuti arbitrantur, aut originem soni explicant ebullitione quadam aëris tremulo sonori corporis motu in innumeras partes divisi, quemadmodum aquam in vasi turbari videmus, in quo baculus ultro citròque celerrimè agitatur. Sed hae explicationes rei intima non tangunt, nec aditum ad phänomena primaria distinctè explicanda praebent, nec ostendere possunt, quomodo ipse sonus seu soni gradus tam accuratè propagetur; nec adhibens Elastrum[3]) aëris, sine quo aptum propagando sono vehiculum non esset; circuli illi in aqua nihil aliud sunt quam fluctus in aquae superficie sed orbiculares, et ut alias ita hic quoque fluctus unus dilabendo producit alium, altior humiliorem et hic iterum humiliorem, donec novissimi prope evanescant. Orbicularis ergo producit orbicularem, quique propior centro sive origini, eo angustior sed altior, quo remotior eo depressior, sed amplior quae nihil cum sono commune habent, et fluctus aquae rectius vento in aere quam sono comparuntur.[4])

Explicationis meae summa haec est: Omnia quae sonant tremere, quae tremunt ea aëri corporibusque densis sed maximè homotonis novas trepidationes communicare, corporis sonori trepidationibus isochronas aures nostras eo naturae artificio conditas esse, ut sint omnibus corporibus, quorum sonos percipimus, homotonae; itaque considero objectum sonans instar chordae pulsatae, organon verò auditus instar chordae homotonae ad prioris pulsationem resonantis.

---

1) Helmstedt war noch zu Leibnizens Zeiten Universität. Von 1576 bis 1810 hat die Academia Julia bestanden.

2) Unter dieser Bezeichnung pflegte Leibniz seine Arbeiten in den Actis Eruditorum und den Nouvelles de la Republique des lettres zu veröffentlichen.

3) Den Ausdruck Elastrum (τὸ ἔλαστρον das Antreibende) gebraucht Leibniz in verschiedener Bedeutung, oft als gleichbedeutend mit Spannung und Federkraft, aber auch so, daß man darunter ein dem Äther ähnliches Fluidum verstehen möchte. Er scheint damit eine bestimmte Eigenschaft der Luft, abgetrennt von anderen, ausdrücken zu wollen.

4) Vgl. auch Nr. 4 und 10.

Quod omne sonans tremat instar chordae pulsatae et proinde Elasticum sit, plerique hodie consentiunt. quia tamen vir quidam doctus scrupulum injecit de corpore molli, ut est culcita, quae icta sonum edit, cum mollis tamen videatur, sciendum est ictum esse posse tam fortem ut culcita rumpatur, dum autem, quod rumpitur, antea tenditur, itaque ictus qui chordam non rumpit, sed tamen tendit, facit sonum in filamentis tensis sese restituentibus. imò nihil est tam molle aut fluidum, quod non aptum habet duritatis atque firmitatis gradum, ut ex ipsa aqua corpora impacta repercutiente intelligi potest, porro Tonus seu gradus soni ex eo oritur, quod chordae tensae vibrationes posteriores sunt aequidiuturnae prioribus, licet posteriores debiliores sint, ubi chorda minus excurrit. Unde chorda eundem tonum edit, sive fortiter, sive debiliter pulsetur, hic sonus itaque tum mediatè repetendus est ab ictu, qui infligitur corpori sonoro, sed à restitutione corporis sonori post ictum cessantem, quae semper aequidiuturna est eodem manente gradu tensionis et corporis magnitudine, ex quorum compositione fit tonus. quam propositionem alibi demonstravi, quemadmodum et multa alia nova circa rem elasticam. quo autem breviores sunt aut diuturniores itiones et reditiones, eo acutior vel gravior est sonus. unde patet, aliam esse soni divisionem in acutum et gravem, quam in debilem et vehementem. porro quoniam illa à sono corporis sonori, haec à vi ictus petenda est. Ex vibrationum periodis conventus duarum chordarum seu consonantiae et dissonantiae oriuntur. Nam si duae chordae ita tensae sunt, ut vibrantes alterius ictibus consentiant seu secundus quisque chordae tensioris sive celerius vibrationem absolventis ictus coincidat cuilibet ictui laxioris seu tardioris, octava est; si tertius tensionis incidat in secundum laxioris, est quinta; etc.

Ad concipiendum nunc melius propagationem, soni fingamus (Fig. 1) chordas plures homotonas *a*, *b*, *c*, *d*, *e* etc. sibi parallelas in eodem plano (in quo vibratio earum fit) disponi, easque sibi tam vicinas esse, ut chorda *a* vibratione sua feriat chordam *b*, et haec porro chordam *c*, etc. cum ergo sint homotonae, quaelibet eundem edet tonum quem prima, et ita propaga-

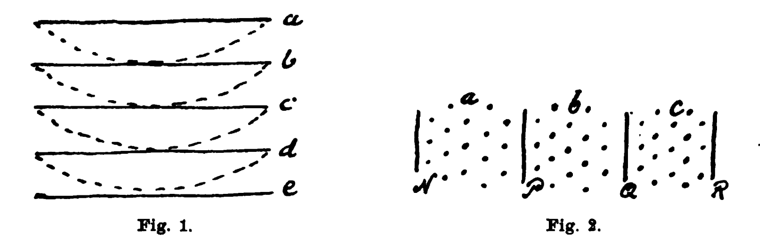


Fig. 1. Fig. 2.

bitur aliquousque tonus seu soni gradus. verum cum posteriores chordae debilius pulsentur, ideò excursiones inter vibrandum ratione loci fient minores, etsi eadem maneat periodus respectu temporis. Hinc tandem alicujus chordae ut *d* excursio fiet tam parva, ut sequentem *e* non attingat, ubi cessabit propagatio. Haec ad aerem nunc transferemus, qui cum sit fluidum Elasticum seu tensionis capax, imò jam tensionem certam habens à pressione aëris incumbentis, partes ejus *a*. *b*. *c*. (in Fig. 2) possunt considerari, ut totidem

chordae tensae, et quia continuae sunt inter se, hinc non potest vibratio unius tam exiguae esse excursionis, quia proxima portio ab ea attingatur et vibratio propagetur.

Sed explicandum est distinctius, quomodo una aliqua aëris portio tremorem à corpore sonoro accipiat. Sit chorda LM tensa, Fig. 3, annexumque ei corpus AB vibrante chorda aerem feriens, quo corpore designatae intelligi possunt ipsae partes chordae secundum crassitiem, quae hic non nisi in AB nunc consideratur. cum ergo chorda vibrans ex LAM procurrit in $L(A)M$, tunc corpus annexum ex AB procurrit in $(A)(B)$, aeremque in loco $B(B)$ positum expellit et percutit et cum eo tempore, quo corpus vibrans occupat locum $B(B)$, deferat locum $A(A)$; hinc fit, ut quemadmodum ictu comprimatur aer interior BC, ita vicissim dilatetur aer posterior AF ad locum desertum implendum. Etsi enim omnis compressio et dilatatio evitari

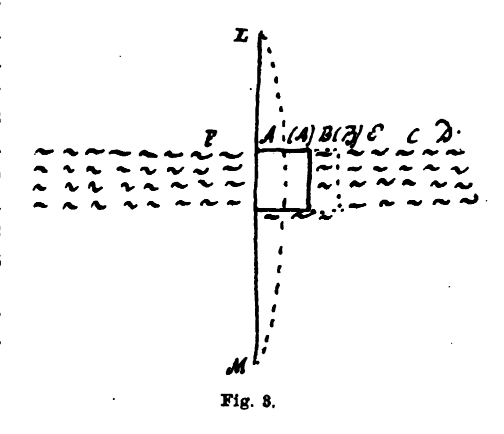


Fig. 3.

posset, si aer circulum suum statim, prout oportet, absolveret, ut cum aer expellitur ex $B(B)$ präcise aequalis subeat in $A(A)$, tamen elastica hoc habent, ut fortiter percussa prius flectantur, quam cedant seu cedant per partes potius quam tota, quod multis experimentis doceri potest. unde notatum est, ictu globi sclopetari portam perforari potius quam claudi, et baculum vitro impositum ictu forti alterius baculi frangi posse vitro salvo. Hinc cum tam subito perfici circulus ille aeris non possit, necesse est aerem anteriorem BC comprimi, posteriorem AF dilatari. Aer autem tensus, hoc est compressus, vel dilatatus (generaliter enim Tensionis virtus accipio) sese vi sua elastica (cujus causam nunc non attingo) restituit et more tensorum aliorum vibrationes plurimas peragit primo aequidiuturnas, si nihil impediat. sed hic nascitur difficultas. nam cum chorda interim ipsa novas peragat vibrationes, fieri potest, ut vibrationes chordae sequentes non consentiant duratione vibrationibus aeris BC, ex prima chordae vibratione natis. cum enim aer jam habeat suum determinatum tensionis gradum, non videtur se semper accommodare posse chordae vibrationibus. itaque chordae vibratio novum iterum aeri imprimens ictum novasque vibrationes, pugnabit cum prioribus ei prius impressis, unde sequetur non propagatio vibrationum chordae vibrationibus respondentium, sed confusio. Verùm sciendum est, etsi aër habeat determinatam suam tensionem (a pondere scilicet aeris incumbentis et proposita consistentia) tamen ad determinatam durationem vibrationis considerandum esse, non tantùm tensionem corporis sed et magnitudinem, nam constat ex sectione monochordi, chordae ejusdem partes minores acutius sonare. Itaque si ponamus aeris portionem BE citius vibraturam esse quam chordae, portionem Bd tardius et mediam BC aequaliter, itaque post aliquot reciprocationes et pugnis[nas], ipsae naturae necessitate res redibit eò, ut

illae solum vibrationes conserventur seu satis magnae maneant, quae inter se et cum praedominante et toties repetita illa originaria vibratione, ipsis chordae consentiunt. nempe vibrationes partium *BC*, et huic aequalium destructas caeterarum vibrationibus jamque distinctè apparet. unde mirabile sequitur corollarium, nempe aerem praecisè dividi in partes vibrantes magnitudinis determinatae, quae inter se sunt aequales quousque aer eundem habet tensionis gradum, tales sunt *a. b. c.* in fig. 2, quarum prima *a* respondeat ipsi *BC* in Fig. 3 quemadmodum jam propter *a* vel *BC* vibratione chordae pulsatur et ad vibrandum incitatur, ita portio aeris *a* pulsat portionem *b* et *b* portionem *c*. Et ita porro. Atque ita sonus propagatur per aerem eodem semper manente sono seu isochronismo vibrationum. licet tandem vis tot aeris partibus in solo sphaerae activitatis, ut vocant, ambitu communicata, tam exigua fiat, ut vibrationum excursiones minores fiant, quam ad sensorium nostrum excitandum requiritur sonusque proinde longuescat. Atque ita distinctè satis exposuisse videor arcanum illud naturae artificium, quo sine ulla perturbatione non sonus tantum, sed et ipsa toni species in tam dissito spatio propagatur. Nec mirum est, quod tot diversi soni per idem foramen sive confusione transire possunt, quia idem corpus variis motibus inter se compositis moveri potest, fluidaque innumerabilibus modis dividuntur in partes, quae singulae diversis motibus sese quam facillima ratione accommodant. scimus enim partem aliquam corporis habere posse vibrationem à vibratione totius diversam, quod etiam chordarum experimentis demonstrare possem. Imò aer diversas recipere potest divisiones simul ut unius soni exprimendi causa vibret partibus *NP. PQ. QR.* (Fig. 2) et alterius soni causa partibus *NS. SR.* divisionem enim in partes hic non avulsionem, sed diversam flexionem diversarum ejusdem continui partium, ad plicarum instar, salva cohaesione, intelligo.

Quemadmodum autem signum rationis probè redditae est, si inde solutiones multarum difficultatum sua velut sponte nascantur, ita operae pretium erit annotare, quomodo huic deducatur phaenomenon ab Academia Medicaea[1]) praeclarè comprobatum, nempe motum soni esse uniformem seu tempora propagationis esse spatiis proportionalia, ac si sonus minutulo milliari[um] percurrat, duplo eodem minutulo duo milliaria esse percursurum. Nimirum enim in Fig. 2 pars a eodem tempore vibrationem absolvit, quo pars, b et haec, quo pars c, et partes vibrantes sint inter se aequales, a aequalis ipsi b et ipsi c. etc., quia aequalitas partium aeris ad aequalitatem temporis vibrationum necessaria est, ut supra ostendimus; nam pars a vibratione sua pulsat partem b, et haec rursus sua partem c. Est autem vibratio partis a isochrona vibrationi partis b, ergo pulsatio partis b isochrona vibrationi partis b, ergo pulsatio partis b isochrona pulsationi partis c. Est enim vibratio partis unius pulsatio partis sequentis. Ergo propagatio soni ab *a* ad *b* isochrona propagationi à *b* ad *c*, uti spatium *ab* aequale spatio bc. Atque ita pono, erunt enim tempora propagationum, ut numeri pulsationum, seu ut numeri partium aequalium spatiis, id est ut distantiae, tempora ergo spatiis proportionalia, seu sonus in aere aequè tenso aequabiliter incedet et sonus perutilis erit ad metiendas majores distantias, si

1) Die 1657 von Leopold von Medici gegründete Accademia del Cimento, die bis 1667 bestand.

tormento exploso unus pendulo horologii accuratè notet momentum explosionis, alter in loco remoto momentum percepti ictus. Eodem modo notari poterit tempus, quod intercedit inter fulgur et tonitum, ex quo de distantia poterit judicari. haec non ita exactè, quia altioris aëris minor tensio est.

Intellecto jam modo, quo propagatur sonus per aerem, explicandum est, quomodo mediante aëre, à sonoro corpore imprimatur corpori alteri homotono veluti chordae, vel organo. explicanda est ergo prius ratio sympathiae illius inter duas chordas aeque tensas, quae multis negotium facessit. si enim duae chordae aequè tensae sint in eadem lyra, una pulsata nonnihil et altera resonabit. Imò sunt in lyris diversis tamen vel sonus aliquis vel subinde tremor pluma chordae adhaerente satis notabilis continget, praesertim si ambae eidem tabulae ligneae incumbant. Nimirum una chorda pulsata vibrationes isochronas sufficientes aeri vicino imprimit imò et ligno, cui incumbit, hic aliis et ligni vibrationibus pulsantur vicissim chordae vicinae, verum vibrationes chordarum diverso modo tensarum non consentiant cum vibrationibus aliis et chordae primae etc. Ergo non augentur sed potius impediuntur, si qua verò chorda eodem modo tensa sit, seu vibrationem exerceat isochronam vibrationibus chordae primae, ipsiusque aeris vel ligni. tunc non impeditur talis vibrationis continuatio, sed potius novis semper ictibus consentientibus impressis augetur. Ut si fingamus pendulo vibranti novum semper ictum ab alio pendulò imprimi non contrarium, sed in easdem partes mox utique inaequum admodum impetum acquiret. Eodem modo haec chorda corpori sonoro homotona ab aere aliquandiu ob corporis sonori tremorem vibrante lente licet tamen sentienter et crebrò pulsatur, quoniam praecisè cum chorda vibratione priore absoluta novam propriè elastri nisu inchoat, etiam novo corporis sonori per aërem vel aliud medium in ipsam agentis ictu sollicitatur, cum periodi vibrationum chordae et corporis sonori vel aëris sint aequales, ictusque consentientes. Unde ad quemvis ictum novum consentientem receptum fortior, semper fit chordae tremor, donec tandem visu (adhaerente pluma) vel etiam ipso denique auditu percipi possit. Atque ita distinctè explicatum est phaenomenon, quod egregiis nostri quoque temporis philosophis difficilius videri memini. Confirmatur haec explicatio eleganti experimento, quod extat in diario eruditorum. Duo pendula valdé accurata, cum ab eodem baculo ligneo suspensa essent, etsi diverso modo incitata ictibus, tamen ob insensibiles partium ligni tremores, per quos ipsa ictus sibi mutuè communicabant paulatim inter se in breve spatium, ad concordiam redibant; cum tamen à baculo illo ligneo communicationem faciente separate diversitatem retinerent. Unde intelligi potest, quomodo in hujus modi conflictibus corporum vibrationes ad concordiam reducantur et debiliores, si non possint consentire, destinantur. item quomodo ipsum lignum tremore suo in partibus homotonis servato vibrationes propaget, nam in qualibet parte innumerae magnitudinum tensionumque varietates sunt. unde multae semper particulae assignari poterunt corpori sonoro homotonae. In aere autem hoc longè subtilius exactiusque fit licet non tam validè, quàm per lignum aliudve corpus aptum sonus propagatur. Unde accedente ligni communicatione chordae homotonae distinctius suam resonantiam edunt, quàm si tantùm aere conjungerentur.

Unum jam explicandum superest.

[Hier bricht das Manuskript ab.]

10. [Zwölf Seiten, von Leibniz korrigierte Reinschrift.]

G. G. L.

Cogitationes novae, quomodo formetur sonus et per aërem propagetur atque in organo auditus exprimatur.

Saepe mecum cogitavi, quonam arcano artificio natura id assequatur, ut multiplex soni varietas et, quod potissimum est, ipse ejus gradus, quem tonum aliqui vocant, per medium aërem propagetur et in organo exprimatur. Et venit in mentem corpus sonorum comparari posse cum chorda pulsata, organon vero auditus cum chorda alia priori unisona, quae etiam non tacta prioris pulsatae vibrationem exprimit, adeo ut aliquando et sonum imitetur. Verum explicandum erat, tum quae sit causa hujus sympathiae unisonorum (quam vir cl. Henricus Morus[1]) in Epistola ad Cartesium explicationem ejus flagitans, sed cui Cartesius morte praeventus non respondit, difficillimam habet, nec ullam Sympathiam magis rationes mechanicas fugire sibi visum ait) tùm verò ostendendum est, quia una chorda non potest omnibus aliis unisona esse, quomodo effecerit natura, ut idem organon auditus possit esse tot rebus diversissimos tonos edentibus homotonum. Utriusque modum atque adeo subtilissimum naturae inventum satis distinctè mihi assecutus videor. Itaque deprehendi, quamvis in sono distingui possint origo, propagatio et expressio in organo, tamen haec tria fieri eodem ferè modo scilicet per tensi cujusdam corpòris tremorem, nec aliis speciebus propagatis opus esse, quas in schola advocant Philosophi[2]): Circulos verò, qui in superficie aquae lapillo injecto nascuntur (quos vulgò huc accommodant) nihil distincte exhibere, et longè hinc abesse, quia aliud enim sunt, quàm fluctus orbiculares, locum lapilli circumdantes ubi (quemadmodum et in aliis fluctibus sit) humilior et remotior nascitur ex maiori et propiori, unde cum circulus loco remotior, necessario major circuitus sit, patet cur circuli illi crescant amplitudine, donec evanescant humilitate; sed quid haec ad sonum, tonum, isochronismos, Elastrum aliaque huc pertinentia distincte explicanda faciant, non apparet: praesertim cum fluctus sint affectiones magnarum partium aquae, soni exiguarum atque adeò insensibilium aëris, ac proinde fluctus cum vento meliùs quam sono conferantur.[3]) Exponam igitur ego primum omnia, quae sonant, Tremere, deinde, quae tremunt, aëri corporibusque, terris, sed maximè unisonis seu ejusdem toni capacitatibus easdem reciprocationum tremularum periodos communicare, denique aures nostras eo naturae artificio conditas esse, ut sint omnibus corporibus, quorum sonos percipimus homotonae.

Origo Toni petenda est a corporis sonori ab aliquo percussi tremore qualem notamus itionis et reditionis, flexionis et rectitudinis, figurae et

1) Verfasser eines 1671 in London erschienenen Werkes: Enchiridion Metaphysicum sive de Rebus incorporeis Dissertatio, über welches Oldenburg in Nr. 72 der Phil. Trans. berichtete. Auf die darin gegen ihn enthaltenen Angriffe antwortete Boyle in einer kleinen Schrift: An Hydrostatical Discourse, die einen Teil der in London 1672 erschienenen Tracts usw. bildete. Huygens Oeuvres complètes. Bd. VII. La Haye. 1897. S. 89 und 223, wo auch die S. 88 untergelaufene Verwechselung mit Jonas Moore korrigiert wird.

2) Die Scholastiker, in den gleichzeitigen Schriften auch oft als Peripatetiker bezeichnet. 3) S. S. 11.

voluminis, mutati ac restituti, reciprocationem, saepe repetitam in chordis tensis quidem nonnihil, sed satis tamen longis laxisque, ubi motus ipsis oculis patent. Nec dubitandum est, quin idem fiat in chorda breviore et magis tensa, etsi non aequè sit visibile. Constat tamen oculo, chordam pulsatam, cujus vibrationes videri satis non possunt, durante sono apparere solito majorem, nam omne spatium, quod celerrimis reciprocationibus successivè obtinet, hoc implere videtur, quia successio ob velocitatem notari nequit, quemadmodum rotatus in tenebris baculus, in cujus extremo est carbo accensus, circulum ignitum quasi partes habentem simul existentes, optica deceptione exhibet.

Posito jam sonum esse à tremore, qui à percussi restitutione oritur, hinc causa patet, cur campanae sonantes, vitra, fictilia vasa, aliaque id genus mollis imprimis corporis contactu velut obmutescant, aut certè inconditum aliquid sonent, nam mollia percussionem acceptam non repercutiendo aut se restituendo reddunt, sed absorbent, quemadmodum nec lapillus molli et laxo corpori illapsus resiliet, vibrationes quoque corporis duri percussi, cum apprehenditur, utique impediuntur, ne libere exerceri queant. His consideratis causa reperiri poterit, cur carbones tinniant instar fragminum ex metallis, lignum vero non tinniat, sed surdum magis sonum edat, quoniam aquositas, quae in ligno est, partibus durioribus mixta, considerari potest instar stuppa, quae campanis circumponeretur, aut quae testudinis fidibus circumvolveretur. Sed cum lignum in carbones redigitur, satis quidem uritur, quantum opus ad aquosas partes expellendas, quia verò id fit in occluso loco, calor non satis est validus ad humorem magis fixum aut viscosum aut, si ita vocare libet, sulphureum[1]) eliciendum, quo nempe partes solidiores connectuntur, itaque perinde est, ac si igne immisso stuppa circa campanas conflagraret, ipsis campanis igne mediocri non laesis, unde impedimento molli, quod in ligno fuerat, ustione sublato, corpus carbonis fit tinnulum; licet fatendum sit, in arbore non parum etiam viscositatis perdi cum aquositate, unde sit fragilis. addantur, quae infra de sono Atono notabimus. Objiciat nobis aliquis forte soni originem à tremore repetentibus, etiam mollia satis fortiter percussa validum sonum edere, et mollia tamen non videri tensa, quicquid autem tremit, tensum esse debere. Deinde objiciat quaedam tam dura, tam solida, tam magna esse, ut cum sonant, tremor ipsis aptè ascribi non posse videatur. Verum ut posteriori primum occurram, jam ab aliis plurimis agnitum est, etiam corpora magna et solida ab ictu tremere; ipsa terra equorum satis adhuc distantium ungulis percussa applicatae propius auri adventum nondum adhuc visibilem nuntiat. Sola voce in Alpibus ingentes nivium cumulos commoveri atque corruere constat. Vitrum, quod proprio sono tremit, acutiore satis forti et continuato etiam rumpi vulgato jam experimento scimus, quod doctissimus Morhofius[2]) primus

1) Die drei Elemente, aus denen nach Ansicht der Alchemisten alle Körper bestanden, waren Salz, Quecksilber und Schwefel. Diese Annahme wurde durch Leibnizens Zeitgenossen Boyle bekämpft, aber durch keine andere ersetzt. Vgl. Kopp, Gesch. der Chemie. I. S. 165.

2) Epistola de scypho vitreo per certum humanae vocis sonum rupto a Nicolo Pettero, ad J. D. Majorem, Kilon. 1672. Morhof geb. 1639, gest. 1691 war bis 1666 Professor zu Rostock, dann zu Kiel.

descripsit et erudite illustravit, de cujus causa ac modo plura infrà. Magnis muris aut rupibus, si vas aqua plenum imponas, superficiem aquae ictus in murum loco satis remoto impactus, faciet crispari. Et qui sciunt, nullum corpus tam solidum nostri comparatione esse, quin habeat in se aliquem flexibilitatis gradum, et nullum impetum tam exiguum esse, quin propagetur in infinitum, et maximum a minimo aliquid pati, haec non mirantur. Praeterea certum est et demonstrabile (licet hoc Cartesio[1]) in Epistola ad Mersennum pro falso habitum fuerit) corporum reflexiones non aliam habere causam, quam quòd collisa corpora ob ictum nonnihil cedunt, mox verò se restituentia sese mutuò, si possint, iterum rejiciunt atque desiliunt, ut oculis ipsis manifestum est, si pilae inflatae lapillus incidat; de quo jam olim in Hypothesi nostra. Haec de solidissimis quorum quo major durities est, eò celerior restitutio acutiorque sonus. Quod vero mollia attinet, sciendum est nihil tam molle esse, quin aliquo sit opus nisu ad partes ejus divellendas. Quicquid autem rumpitur, id antequam rumpatur, tenditur, potest ergo ictus ita esse temperatus, ut tendat quidem, sed non rumpat, ita cum culcita baculo percussa sonat, dubium nullum est fila ejus ictu ipso nonnihil tendi. Ita ipsa aqua sonum edit, quid ni? cum tanta sit ejus soliditas, ut corpora sufficiente celeritate, obliquitate, latitudine impacta etiam repercutere possit. Imò quo celerior est ictus dividentis, hoc major est dividendi resistentia, et licet vincatur, tamen divisio non sine magna partium concussione ac tremore fit. Si tubulum aere exhaustum et sigillatum, in quo aliquid aquae inest, fortiter moveas, aquae partes subita divulsione et collisione magnum edunt sonum.[2]) De aere aeri concurrente dicam postea. porro cum omnia percussa sint tensa, hinc sequitur tremor, seu restitutio et exorbitatio, aliquoties reciprocatae; omne enim tensum, si pulsetur, tremit aliquoties, quia quae semel impetum concepere, etsi sese restituant in statum, ad quem tendunt, tamen non confestim in eo quiescere possunt, sed ultra tendunt et paulatim demum ad quietem propius accedunt, etsi fortasse eam nunquam omnino assequantur et vibrationes in infinitum continuent, quae tamen insensibiles redduntur aliisque supervenientibus confunduntur. Haec omnia ex chordarum vibrationibus et tunc pendulorum oscillationibus aliisque ex exemplis patent, videnturque et ad memoriam seu conservationem specierum impressarum explicandam conferre posse. Notandum quoque corpora quò sunt puriùs et in partibus quoque minoribus uniformius elastica minusque heterogeneorum, imprimis mollium, admixtum habent, hoc [haec] ad sonum esse aptiora; nam alioqui magnam impetus portionem in partium suarum insensilium motus internos dispersam absumunt impingenti vel aëri totam simul una totius restitutione reddunt. Caeterum si quis causam Elastri seu restitutionis hujusmodi in rebus tensis quaerat, is sciat, nullam aliam esse, quam quòd subita mutatio, quae percussione fit praesentem rerum statum ac fluidorum invisibilium motum turbat, ut vias quas in corporibus crassioribus vix sibi paulatim magno temporis tractu fecerant, flexu corporis facto non aeque faciles sed impeditas inveniant, unde obstacula removere, cunctaque eo nisu restituere in priorem statum nituntur,

1) Les Lettres de René Descartes. Paris 1657—1667.

2) Ottonis de Guericke. Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de vacuo Spatio. Amstelodami 1672. p. 79.

quali aqua in aggeres objectos agit; ubi vero pori satis ampli sunt pro subtilitate fluidi permeantis aut paulatim tales redduntur, elastrum cessat. sed haec alias distinctiùs. Ex his autem omnibus intelligi potest, percussionem esse causam soni remotam tantùm, propinquam vero esse percussi restitutionem tremulam, haec enim semper aequidiuturna est, adeoque aequè acuta aut aequè gravis, quamdiu corpus aequè tensum manet, sive fortis sive debilis sit percussio; quod nisi esset, nullus in sono esset tonus, nec explicari posset, quomodo chorda eadem, sive fortius sive debilius pulsata, eundem tamen tonum ederet. Nam Elastica sive celeriter sive tarde pressa et tensa aequali tamen celeritate restituuntur, quod alibi demonstrabitur accuratè, multaeque singulares hujus motûs proprietates ex intima Geometria proferentur, neque enim hactenus causa satis reddita est. Hinc autem nascitur usus elastri duplex ad Chronometrum, unus ad instar pendulorum, quia vibrationes magnae et parvae sunt aequidiuturnae; alter adhuc absolutior, si ad eundem semper gradum tensionis restituatur unum Elastrum, dum adhuc vibrat alterum, quod chronometrum à me aliquando adhibitum et publicatum est.[1])

Sequitur, quomodo Sonantia tremorem aliis tensis sed maximè unisonis communicent. hoc autem satis aptè non fieret, nisi natura excogitasset fluidum aliquod, sed tensum tamen sive Elasticum, quale sit aër; nam experimento Gerickii[2]) habemus tinnitum non aequè produci in loco ab äere communi vacuo, considerandum tamen praeterea est, dum latera vasis exhausti intus ictum excipiunt, eum eo ipso ad aërem externum propagari, deinde aërem nunquam perfectè exhauriri sed tantum dilatari, aquae quoque et aliis fluidis multum aëres inesse: denique et aquam ipsam et omnia fluida, aliquo elastri gradu aërem imitari et esse aliquod fluidum aëre communi subtilius et penetrantius experimentis evictum est. Itaque quae de aëre dicemus, de aliis aliqua proportione intelligentur. Modus, quo sonus in aëre propagetur, nunquam quod sciam satis explicatus est. Circulos aqueis similes supra rejecimus, nec putandum sit, opus esse, ut quasi sagittulae quaedam aereae à sonante spargantur, itaque utile erit, aliam figuram adhibere ad faciliorem rei novae intellectum. Sit chorda *L A M* tensa per se, inque duobus extremis fixis *L*, *M* firmata, ea in medio puncto *A* apprehensa pulsetur, seu ex linea recta *L M* producatur in arcum *L (A) M*, et ultra; inde dimissa sibi relinquatur, ut redire ad priorem statum, quia *A* in contrariam partem versus *F*, deinde evagari atque aliquamdiu motum reciprocare possit. Cum igitur durante hac reciprocatione sonoque inde orto, rursus excurrit ab *A* in *(A)*, tum ponamus facilioris ratiocinationis causa in puncto *A* alligatum vel affixum chordae esse corpus *AB* (quale corpus ipsa chordae materia ad punctum *A* ab uno latere chordae existens intelligi potest), quod per vibrationem ex

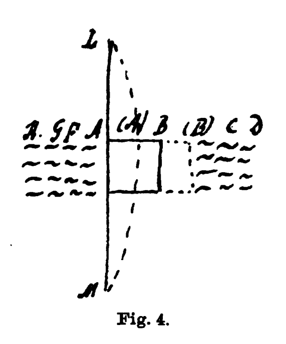


Fig. 4.

1) Journal des Sçavans de l'An 1675. Amsterdam 1677. S. 96. Dutens Leibnitii Opera omnia III. Geneva 1778. S. 135.

2) Ottonis de Guericke experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de vacuo Spatio Amstelodami 1672. Liber III. Caput XV p 91. De Sono in Vacuo.

loco AB transferatur in locum $(A)(B)$, itaque aerem expellet ex loco $B(B)$, quem corpus AB nunc novè ingreditur et contra aërem alium faciet succedere in locum $A(A)$, quem deserit. Sed cum vibratio sit celerrima, nec satis celeriter circulus aeris absolvi aërque ex $B(B)$ expulsus in spatio circumfuso aequaliter distribui possit; hinc fit ut aër $(B)C$ anterior corpore moto, per istum impetum nonnihil comprimatur, seu plus aëris expulsi accipiat, quam alius remotior CD. Et contrà, cum aëre AF, qui posterior est corpore moto, non tantum novi aëris statim subministratur, quantum opus esset ad locum vacuum $A(A)$ à corpore desertum sine rarefactione implendum, ideò ipse aër AF nonnihil dilatatur, eoque magis ipsi A est propior; itaque necesse est aërem sonanti propinquum comprimi ac dilatari sive (quia Tensionis nomine omnem corporis Elastici à naturali statu dimotionem intelligo) praeter solitum tendi. Habet autem aër suum jam Elastrum naturale determinatumque compressionis gradum, quem partim à sua natura, partim ab incumbentis aëris pondere accepit, et omne elasticum sive tensum corpus, cum majorem solito tensionem accipit sive cum pulsatur, tremit; aeris ergo portio chordae propinqua ipsum ad instar chordae alicujus tremit. Et hunc tremorem continuaret alicujus tremit. Et hunc tremorem continuaret aliquandiu, etsi non alius aër ipsi esset vicinus. Veruntamen adhuc praeterea accedit nova causa ab aëre quoque vicino, quae continuationem auget. Nam ut aër $(B)C$ justo compressior sese exonerare conatur in ambientem, ita contra ambiens aër magna vi irruit in locum aëris $F(A)$ justo dilatatioris: sed aër se exonerans sese justo amplius exonerat; et contrà aër irruens, justo largius irruit, uti pendulum descendendo exorbitat justòque longius movetur atque iterumque ascendit; unde vibratio nascitur aliquandiu duratura. Aër jam vibrans $(B)C$ vicinum quoque sibi aërem, sed à corpore sonante longius remotum, commovet ad vibrandum, non tantùm cum in ipsum irruit et exonerare se conatur, sed etiam cùm justo amplius dilatatus iterum redit ad se et sese contrahens ab altero distrahitur. Quod et de aëre AF dicendum est, qui dum locum $A(A)$ corporis AB transitu in $(A)(B)$ vacuefactum, replere conatur, ut supra diximus, et versus $A(A)$ tendit, quodammodo distrahitur à vicino GH, unde aër interceptus FG tenditur ac dilatatur, quam dilatationem sequitur restitutio nimia seu compressio et utriusque reciprocatio seu vibratio. Habemus ergo, quomodo aër $(B)C$ vel AF tam latans sese seu distrahens à vicino (postquam à corpore vibrante propulsus est aut propriae restitutionis nisu nimium compressus est) quam contrahens sese seu distrahens (postquam à corpore vibrante attractus aut propriae restitutionis nisu nimium dilatatus est) vicinum (ut aër $(B)C$ ipsum CD et aër AF ipsum FG) comprimat vel deducat, adeoque pulset vel tendat et ad similiter vibrandum commoveat. Atque ita propagatur et vibratio ab aëre AF ad vicinum FG, et ab hoc similiter ad vicinum GH et ita porro; perinde ac si imaginaremur plures chordas LM, NO, PQ sibi vicinas esse; unamque LM pulsatam vibrare usque ad sequentem NO, quae hoc modo etiam pulsata pulset rursus sequentem PQ atque ita porro, quousque continuantur chordae, donec paulatim in postremis chordis frangatur pulsandi impetus excur-

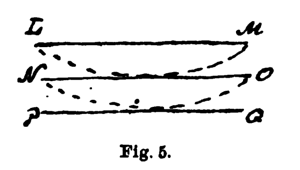


Fig. 5.

sionesque minuantur ut chorda licet vibrata sequentem non amplius attingat; quod licet in aëre non fiat, quia continuum est corpus, vibrationes tamen postremae imperceptibiles fient exiguosque nimis habebunt excursus ac proinde, cum idem ferè tempus semper etiam parvò excursu insumant, motum habebunt tardissimum. Haec autem, quae diximus de aëre aërem pulsante, illustrantur non parum experimento vacui ab aëre ordinario loci. Nam quemadmodum si duo hemisphaeria exhausta subito distrahantur aërque ab omni parte magna vi irruat, duo aëres concurrentes ingentem instar sclopeti fragorem edent, seu in partibus suis vicinisque tremorem efficient. Ita hic quoque cum dilatato partim, partim compresso aëre per sonori corporis vibrationem, etiam oriatur aliquid vacui, id est loci aëre valde exhausti, hinc etiam ex collisione aëris irruentis in locum vacuum, seu sese exonerantis ex compresso rudimentum aliquod soni seu tremorem et hujus aëris et vicini, consequi necesse est. Hactenus porro unam tantùm corporis sonori AB itionem spectavimus ab AB in $(A)(B)$, quae, si promta sit, aerem modo explicato pulsabit. Atque aër quidem semel in motu reciproco positus aliquandiu vibrationes continuaret, ut ostendimus, etsi chordam tensam statim post primam vibrationem requiescere fingeremus; tametsi hinc nullus fortasse oriturus esset sonus, quemadmodum pauciores justo radii non faciunt visum. Verum nunc considerandum est corpus AB, cum excurrit in $(A)(B)$, rursus regredi in locum AB, imò transgredi in alteram partem versus F idque facere aliquoties; semper ergo novos vibrandi conatus aëri ambienti imprimet. Sed cum aër ille retineat adhuc vibrationes à praecedentibus ejusdem chordae impressionibus acceptas, hinc sequetur aliqua perturbatio: continget enim saepe, ut vibrationes inter se non consentiunt, dum enim nova chordae impressio aërem forte sollicitabit ad compressionem, ipse ex prioris vibrationis reliquiis tendet ad dilatationem vel contrà. Sed haec cùm magnam factura sint motuum perturbationem et chorda fortior praesenti vibratione reliquiis prioris vibrationis praevaleat sintque chordae vibrationes semper aequabiles et aequidiuturnae, hinc aër se paulatim ita chordae accomodat, ut mox vibrationes aëris vibrationibus chordae consentiant, et nisi hoc fieret, non propagaretur sonus, sed mox ob perturbationem destrueretur. Verùm ista continuatione atque consensu et communicatur longius et repetitione ipsa fortior fit, ac denique sensibilis redditur. Sed quaeret aliquis, quomodo evitetur perturbatio ista soni propagationem impeditura, neque enim in aëre intelligi potest prudentia aliqua[1]), qua se chordae vibranti accommodet, cùm determinatum sit ejus elastrum ac proinde et determinata vibrationum periodus, celeritas enim vibrationis non à quantitate pulsationis, sed constitutione pulsati pendet, ut supra monuimus. Hic ergo distinctius explicari meretur admirandae creatoris sapientiae specimen, quo consensus sive isochronismus vibrationum chordae vel corporis sonantis et aëris obtinetur. Constat ex sectione Monochordi (cujus ratio vera alias reddetur) idem corpus sonorum quo est minus, eâdem manente tensione, eo sonare acutius, id est vibrationes absolvere celeriùs; qua occasione notavi, cùm chorda fit nimis brevis sonum quoque fieri nimis acutum, qui degenerat in sonum quendam atonum, quem clappantem dicere possis, ubi scilicet tonus non distinguitur; unde soni quoque hujus atoni

1) Leibniz denkt hier wohl an den horror vacui der Scholastiker.

natura illustratur. Certè corporum percussorum, sed apprehensorum similiter fit atonus, quia impeditis vibrationibus totius, impetus conceptus, qui perire non potest, consumit sese in vibrationes exiguarum partium adeoque nimis brevium, quae vibrationes sunt nimis celeres, quam ut distingui possint, unde sonus Atonus. Hinc et corpora valde heterogenea, in quibus scilicet ad exiguas nimis partes vibratio reducta est, sonum quendam inconditum edunt, quae vero partes habent magis unitas et sulphure fortasse quodam sive glutine tenaci aequabiliter diffuso connexas, aut quae alioqui homogenea sunt, sonant cum tono, ut aes, vitrum, ingens tabula ex alabastro rupe excisa. Addi possunt, quae supra de tinnitu arborum et sono ligni diximus, sed haec obiter. Iam vero redeundo ad figuram nostram consideremus, nihil adhuc à nobis allatum esse, quo determinetur, quantae debeant esse portiones aëris *AF. FG. GH* item *(B)C. CD* in quos, velut in totidem elastra, aerem chordae sonantis vibratione divelli diximus. Et quidem initio magnitudo portionum hujusmodi à quibusdam casibus ac circumstantiis valde variantibus pendere potest, non tantùm prout corpus *AB* majus minusve est, sed et prout multas habet cavernas, in quas aër penetrat, quibus velut totidem filis corpus aërem ambientem magis trahit (quanquam omnis tractionis ultimam causam esse pulsionem non negem); est enim in aëre tenacitas quaedam et adhaesio; accedit, quod corpora heterogenea in diversis aëris portionibus diversimodè repereriuntur, ergo pro magnitudine aëris puri existentis in partibus AF. FG. vibrationes diversarum portionum erunt inter se et cum chorda inaequales. Verum inde oritur perturbatio et impeditis ipso conflictu atque destructis vel in exiguum atque insensibile redactis et coërcitis vibrationibus tum partium justo majorum (aut saltem partis eorum excedentis), tum justo minorum, quarum illae justo tardiùs, hae justo celeriùs vibrant, solae denique partium justae magnitudinis vibrationes servabuntur, et ceterae quoque in partes justae magnitudinis abibunt, nempe dissilient majores, coalescent minores; ipsa necessitate naturae motum earum quod licet servare quaerentis. Praesertim cùm idem corpus liquidum continuum varias simul vibrationes habere possit: unam propriam adaequatam, alias communes cum aliis corporibus majoribus, quorum pars esse intelligi potest, alias denique suarum partium ipsi toti inadaequatas, quae variae imò infinitae esse possunt, pro variis velut plicis, quae pro variis externorum impulsibus in eo factae intelligi possunt, itaque ad hoc ut justae vibrationes praevaleant justaeque magnitudinis partes intelligantur, non opus est novis divisionibus sive plicis (tametsi et ipsae fiant subinde), sed sufficit ex his vibrationibus, quae jam factae sunt, eas, quae aptae sunt, et quibus perturbatio evitatur irrefractas servari, caeteris magis coërcitis, quae amplius illustrabuntur ex afferendo mox experimento de diversis ejusdem chordae vibrationibus secundum diversas suas partes. Hoc igitur modo paulatim aer ita se componet, ut evitetur haec perturbatio, et in partes sese mox accommodabit tantae magnitudinis, quanta cum data aëris tensione naturali datum exhibeat tonum seu desideratum vibrandi periodum, ut scilicet vibrationes chordae et partium aëris fiant Isochronae ictusque habeant consentientes. Itaque etsi aër apud nos instar chordae tensae suam habeat certam naturalemque tensionem, à pondere aëris incumbentis quo comprimitur natam, tamen datum quemlibet tonum accipere potest, prout portio

assumitur major et minor, quemadmodum et chorda acutius graviusque sonat prout major minorve fit, dum ponticulus huc illucve ducitur. Atque ita fecit natura, ut quemlibet aër soni gradum accipere ac propagare posset, quod, quomodo fieret, hactenus quod sciam explicatum non habebatur. Hinc etiam explicari potest, quod Academici Florentini cum Gassendo[1]) egregie observarunt, velocitatem soni propagati esse uniformem seu spatiis percursis proportionalem seu, si sonus uno subscrupulo temporis mille passus conficiat duobus (tribus) etc. subscrupulis, duo (tria) etc. passuum millia conficere circiter solere atque ideò, quod paradoxum videri possit, sonum aequè velocem esse in fine itineris ac in initio, licet factus sit debilior, quemadmodum et viri clarissimi Heigelius et Schelhamerus[2]) me hunc monente Helmaestadii, observârunt. Nam vibrationes sive debiles sive fortes, sunt isochronae et vibrationes unius particulae aëris sunt simul percussiones particulae sequentis; percussio autem haec et soni propagatio idem sunt; ergo et soni propagationes sunt isochronae, et proinde si uno tempusculo aër AF accipiat vibrationem, proximo aequali tempusculo accipiet eam proximus aër FG, et tertio tempusculo aër GH, ergo insumentur tot tempuscula, quot aëris portiunculae, posito autem aëris portiunculas esse inter se magnitudine sive spatio circiter aequales (quoniam aër ipse aequalis fere tensionis apud nos est et ideo ad easdem vibrationum periodos eadem magnitudo requiritur); sequitur spatia quoque cum portionibus aëris aequaliter crescere ac proinde spatia temporibus propagationum soni proportionalia esse. Fallere tamen hoc debet nonnihil, cum sonus ascendit multum aut descendit, vel inter loca calore et frigore aut etiam heterogeneis in aëre contentis valde diversa commeat.

His ita positis vibratio aeris perveniens ad portionem aeris aliud corpus tensum attingentem, exempli causa chordam novam à prima chorda sonante non nimis remotam, infligit illi ictum aliquem unde vibrationes, sed si illae non consentiant vibrationibus aëris aut chordae prioris. tunc nova chorda vibrationem in se tota satis sensibilem non accipit, novae enim vibrationes nascentes mox contrariis aëris vibrationibus, à quibus ortae sunt, rursus suffocantur, sed si chorda nova priori sit unisona, seu vibrationes habeat isochronas sequentibus aëris vibrationibus à chorda priore venientibus non tantum non destruuntur, sed et potius augentur, novis semper ictibus inter se conspirantibus sine eodem tendentibus, inflictis; unde tandem sensibilis satis vibratio imò sonus chordae novae priori unisonae nasci solet, ut pila in planitie decurrens repetitis ictibus eorum, quos currendo praeterit, magnam satis celeritatem acquirit et tale, quid licet ob non satis cognitam potentiae Elasticae naturam obscurè et per nebulam vidit olim Fracastorius[3]),

1) Gassendi stellte seine Versuche zur Bestimmung der Geschwindigkeit des Schalles früher an, wie die Florentiner Akademiker. Beide bewiesen, daß sie eine konstante Größe sei. Gassendi Opera omnia. T. II. Saggi di naturali esperienze fatte nell' Accademia del Cimento. Cap. XI.

2) Heigel war von 1666 bis zu seinem Tode 1690 Professor der Mathematik in Helmstedt, beschäftigte sich hauptsächlich mit Optik, Schelhammer bis 1679 daselbst Professor der Botanik.

3) Fracastoro, geb. 1483, gest. 1553, war Arzt in Verona, später Professor in Bologna. Er nahm als Ursache der magnetischen und physiologischen Erscheinungen ein imponderables Agens an und handelt davon in seiner Schrift: De Sympathia et Antipathia vgl. Heller, Geschichte der Physik I, 343.

cujus locum mihi indicavit et postea eleganti atque erudito libro de organo auditus inseruit Cl. Schelhamerus.[1]) Tria tamen adhuc notanda: primò quod de unisono diximus, aliquo modo porrigi ad intervalla concinniora, ut octavae, duplicis octavae, quintae, in quibus non quidem omnes tamen alterni aut tertii quique ictus conveniunt. secundò, etiam chordam non unisonam ex toto tamen intelligi posse unisonam pro parte; unde observatum audio à viris ingeniosis chordam *TZ* duplo longiorem altera *RS* sed alias aeque tensam crassamque non totam quidem attamen duabus suis medietatibus *TV*, *VZ* singulatim priori *RS* nonnihil (quod pennulis[2]) in locis *XX* adhaerentibus apparuit) contremuisse, nam revera singulae partes *TV*, *VZ* ipsi *RS* sunt unisonae, et putem determinari quoque posse, quid in aliis chordarum duarum proportionibus sit futurum, quae res iterum nostram explicationem egregiè illustrat, nam ut hic in chorda percipimus, ita in aëre colligimus, partes sponte naturae assignari tales, ut vibrationum isochronismus servetur. quibus consentiunt egregiè, quae habet Chalesius in Musica ad explicandos Tubae et fistularum saltus à Mersenno propositos. dum enim vehementiùs inspiratur tuba, cogitur aër ad celeriorem motum, cumque in tota tuba vibratio sit per modum unius chordae, chorda autem tantae longitudinis tantum motum facile praestare non possit, dividitur tota haec quasi chorda per mediam et bifariam, ut ita dividatur in partes consonas (ne vibrationes se mutuò perturbent). Atque hoc se quoque expertum refert Galilaeus[3]), cum enim laminam aeream aut ferream aliquando ita tereret, ut ejus etiam vibrationes animadverteret, quotiescunque motus ejus erat concitatior, non tota lamina per modum unius vibrabatur, sed dividebatur vibratio in duas, et tonus ascendebat per octavam; ita dum scyphi aqua pleni labra digito teruntur, si vehementior sit motus, ascendit sonus ad octavam. Hinc etiam, ut obiter dicam, veram, nî fallor, rationem inveni, cur is, qui vitrum soni vehementia rumpere conatur, ascendat ad octavam ejus soni, quem in vitro pulsatione explorato comperit. Nam ita et vibrationes fient tanto velociores et, cum totum vitrum nec consentienter vibretur, nec tam vehementem agitationem facilè recipiat, potius dividetur bifariam, nam quaelibet pars facilius agitatur, et (cum dimidium ad octavam ascendit respectu totius) eo ipso cum eo, qui sonum edit, perfectè consonat, non

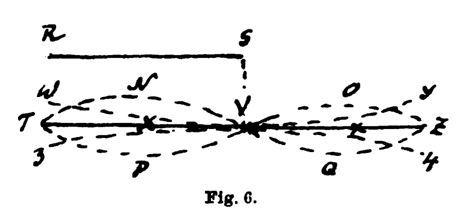


Fig. 6.

---

1) Schelhammer, De auditu. In Manget, Bibliotheca anatomica. Genevae. Vol. II, S. 380.

2) Die Pennulae scheinen die Stelle der jetzt angewandten Papierreiterchen vertreten zu sollen. Doch war, wie Leibniz ein andermal bemerkt, ihm auch das Festhalten des Knotenpunktes mit einer Gänsefeder bekannt, welchen Versuch nach ihm als erster der Abbas Bertheo machte.

3) Galilei, Discorsi. Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, No. 11, S. 88, wo indessen nur vom Auftreten der Quinte, nicht der Oktave die Rede ist, während er diese (S. 87) bei einem am Rand gestrichenen, in Wasser gestellten Glase beobachtete. Er spricht dabei auch von Luftwellen, die er aber als ebenso geartet, wie die Wasserwellen zu betrachten scheint (86).

minùs quam una pars alteri; vibrationesque non sese mutuò confundunt, sed juvant, atque magis magisque intendunt. Cum vero sonus et valde sit vehemens et satis diu continuatus (quae duo ad rumpenda sono vitra requiruntur), continuatis semper novis impulsibus motum continuo acceleratum tantumque denique impetum concipiunt partes duae vitri separatim (licet consentienter) vibrantes, ut tandem vis vibrandi et conatus excurrendi, major fiat vitri firmitate, quo facto ruptura sequetur. Si enim vitrum concipiamus per modum lineae seu chordae *TZ*, divisum in duas partes *TV*, *VZ*, separatim vibrantes in *TPV*, *VQZ* eodem tempore, et rursus eodem tempore transferendas in *TNV*, *VOZ*, patet punctum *V*, quod eas connectit atque earum libertatem coërcet, magnam vim sentire debere inter tot flexuum commutationes, et conceptos à reliquis partibus longiùs excurrere conantibus impetus, quibus ipsum solum immotum manens resistit. Unde firmitas ejus vi vibrationum atque celerrimorum excursuum nimis aucta et distrahente, tandem superabitur. Idem est, utrum non ex statu *TPVQZ* in statum *TNVOZ*, sed ex statu *TPVOZ* in statum *TNVQZ* transferatur. Sed multo adhuc magis locum habebit, si puncta *T*, *Z* a connexione duarum partium vitri maximè remota, non immota sed liberè vibrantia, ut revera sunt, concipiamus, ita ut *TVZ* translatum in *WVY* redeat in 3*V*4 ita cum facile (ad baculi instar hoc modo flexi) frangetur vitrum in *V*. Tertium, quod hic notandum videbatur, hoc erat, quod chorda chordam unisonam melius imitatur, si in eadem sint tabula. lignum enim velut corpus solidius sonum fortius propagat et hanc in rem notari potest experimentum in diario eruditorum Gallico[1]) aliquando relatum de duobus horologiis in eodem ligneo sustentaculo suspensis quorum vibrationes perfectè congruebant aut ex compositione turbatae ad concordiam redibant. Quod sola aëris connexio non effecisset. cessavit enim consensus, ubi à communi sustentaculo sunt amota: patet autem ex his quomodo chorda quaelibet ipsumque adeò lignum pro diversis suis partibus cuilibet alteri corpori unisonum intelligi possit, unum tamen corpus alio aptèque et aptissime omnium aer et organon auditus in hoc à natura destinata.

His jam explicatis facilius intelligetur, quomodo organon auditus sit cuilibet corpori sonoro unisonum. Et sanè possumus enumerare omnes modos possibiles, quibus id consequi licet. Est autem unum corpus diversis aliis (inter se non unisonis) unisonum vel actu vel potentia, actu secundum diversas suas partes easque rursus vel discretas, vel continuas. Discretae sunt in lyra, quae potest diversis aliis chordis esse consona, secundum diversas suas chordas. Aliquando continuae sunt partes; ita paulo ante ostendimus, aerem imò et chordam proxime propositam sponte quadam in partes abire magnitudinis tantae, ut cum data tensione sua fiant dato corpori unisonae, ita in chorda *TZ* ipso sonandi opere partes assignantur *TV*, *VZ*, singulae, ipsi *RS* unisonae. Potentiâ denique consonum intelligi potest unum aliis diversis, si scilicet, prout opus est, plus minusve tendatur aut laxetur. Naturam autem, cujus inimitabilis est sagacitas, arbitror omnes modos possibiles in organo auditus conjunxisse. Nam et cavitates aëre implevit et membranam detendit, quam tympani vocant,

1) Das seit 1677 in Amsterdam erscheinende Journal des Sçavans.

et trans tympanum in ossis petrosi labyrintho variae magnitudinis partes conjunxit; minores celerioribus seu acutioribus, majores gravioribus sonis seu vibrationibus experimendis aptas. Cum igitur sonus incidit in cavitatem auris, primum ab aere exprimitur modo dicto, deinde tympanum pulsatum tenditur, ut oportet, et accomodat sese, ut ejus vibrationes fiant vibrationibus aëris impingentis isochronae, eo naturae consilio, quo et humores et partes oculi foramenque pupillae à musculis ita formare possunt, prout objectorum distantia aut lux exigit. propagatur simul eadem vibratio tum in aërem trans membranam tympani, tum in ossicula multiplicia trans eandem membranam in tympano posita, membranae ipsi connexa, malleum, incudem et stapedem. Inde denique pervenit vibratio in labyrinthum in osse petroso excavatum, idque tum per tremorem ipsius ossis petrosi, tum per foramina in osse petroso. ipsum os petrosum tremit ad imitationem membranae tympani, tum ob vibrationes aëris inter ipsum et membranam hanc positi à membranae pulsatione per aerem externum facta incitati; tum ob tremores ossiculorum dictorum inter membranam et os petrosum interjectorum, nam malleus membranae tympani, stapes ossi petroso connectitur, incus eos jungit, unde communicatio. Foramina in osse petroso, quae tympanum respicit, sunt ovale et rotundum. Ovale clauditur à stapede, cuius basis membranâ adnatâ jungitur orae foraminis. Rotundum clauditur propria membrana, quae membranae tympani similis est. Labyrinthus intra os petrosum undique conclusus constat potissimum tribus canalibus in semicirculum inflexis et cochlea. Cochleae autem canalis à lamina quadam (axem cochleae spiraliter circumeunte atque interiore sua acie, ut ita dicam, ad axem cochleae annata, exteriore verò per membranam quandam pariete canalis, in quo excavatus est, adhaerente) dividitur in duas quasi scalas (seu duplicem ascensum), quarum una cum altera non communicat etsi una super alia sit, solaque lamina dividantur. Horum ascensuum superior communicat cum aere canalium semicircularium, qui vibrationem accepere, tum ab ipso tremore ossis petrosi, tum à stapede per foramen ovale. At inferioris ascensus sive meatus aer cum nullo alio immediatè communicat, vibrationem verò accepit tum à dicto tremore ossis petrosi, tum a membrana foraminis rotundi, quam aëris intra tympanum et os petrosum positi vibratio ad imitationem membranae tympani in tremorem concitavit. Lamina autem cochleae inter hos duos ascensus seu meatus intercepta, tum à superioris tum ab inferioris meatus aëre pulsatur. Unde patet quoque, cur dentibus manubrium barbiti apprehendentes sonum percipiamus, etiam auribus obturatis, quod per mandibulae et temporum ossa tremor ossiculis supradictis et ita per stapedem ossi petroso communicatur. Caeterum cum canales semicirculares, tum cochleae meatus et lamina coeunt ex amplo in arctum instar tubarum, unde partes sive gyri minores facilius exprimunt sonos acutiores, ampliores verò gyri exprimunt sonos graviores, atque ita organon diversis corporibus sonoris unisonum fit, accedentibus diversis pro re nata accommodatis tensionibus membranarum (tympano, foramine rotundo et ovali laminae annexarum) diversaque (supra explicata) divulsione particularum aëris acustici non tantum in externo meatu auditorio citra tympanum et spatio trans tympani membranam contenti (qui ambo cum aëre libero communicant), sed et labyrintho inclusi, quem veteres vocabant implan-

tatum[1]), qui cum externo nonnisi insensibiliter communicare potest. Omnes autem particulae et aëris et organi, quae debitae sunt magnitudinis atque inter se et sonoro corpori unisonae, sive jam praeexistentes sive (explicata superiùs ratione) in ipso exprimendi soni opere commoditatis causa factae atque à natura assignatae, easdem accipiunt vibrationes, easque mutuò juvant et propagant. Acceditque officium cavitatum organi, quibus fit quasi Echo multiplex, sonusque velut stentoreae tubae reflexionibus multiplicatur et fortior redditur. Quod ad ultimum sensorium attinet, observatum est duas esse partes nervi auditorii, unam duram, alteram molliorem et ad usum sentiendi magis, ut videtur, comparatam, quae consumitur in partes Labyrinthi (immediati auditûs organi) interiores, laminam scilicet cochleae et canales semicirculares et amborum membranas. Unde suspicari licet, comparando sensum visûs cum sensu auditûs, ut jam aliquoties feci, partem duram respondere nervo optico, at partem molliorem ejusque propagines magis respondere choroeidi tunicae, propagini piae matris, quam (prae retina et nervo optico) visus organon ultimum dicendum satis mea sententia ostendit Mariottus.[2])

Caeterum de partibus organi auditus earumque usu duo nuper egregii libri prodiere clarissimorum virorum primum Schelhammeri professoris Medici Helmastadiensis deinde novissimè Du Verneji[3]) Anatomici Regii parisini, quorum hic quibusdam Mariotti (viri certè in his studiis egregii, et magna naturalis scientiae jachora nuper extincti[4]) ille meis nonnullis sententiis uti sese pro sua humanitate profitetur. Mirus autem inter Mariotti measque sententias quoad summa capita in hoc argumento fuit consensus, quod ipse mihi indicavit Epistolâ explicationi meae sibi transmissae reposita. Et his verò congruenter Du Vernejus generaliora haec cogitata ad partes organi auditorii applicat, ex quo plurimum profeci; atque ita confirmatus sum, ut jam noster explicandi modus rationibus atque observationibus in solido collocatus et recipiendus videatur. idem Du Vernejus cogitationum Clari Perralti[5]) ad hoc argumentum pertinentium meminit, quas non vidi, egregias tamen esse apud me, cui perspectum est viri ingenium, dubitatio nulla est.

11. [Vier Blätter, die halben Seiten beschrieben mit sehr leserlicher Schrift und nur wenig Korrekturen.]

Omne, quod sonat, tremit.

Quicquid tremit, aëri et corporibus tensis sed maximè homotonis eandem trepidationem communicat.

Aures eo naturae artificio sunt conditae, ut sint omnibus corporibus, quarum sonus percipimus, homotonae.

Auris corporum sonos exprimit et imitatur.

---

1) Die Lehre von der eingepflanzten Luft als unmittelbarem Werkzeug des Gehöres, die noch Perrault annahm, hatte zuerst Schelhammer widerlegt. Vgl. Sprengel, Versuch einer pragmatischen Geschichte der Arzneykunde, 2. Aufl., IV. Teil. Halle 1801. S. 270. Bekanntlich ist das Labyrinth mit Wasser gefüllt.

2) Mariotte, Lettres écrits sur le sujet d'une nouvelle découverte touchant la vue. Oeuvres T. II. S. 517. Acta Eruditorum 1683, S. 67.

3) Du Verney, Traité de l'organe de l'ouie. Paris 1683.

4) Mariotte starb am 12. Mai 1684.

5) Perrault, Du bruit. Oeuvres diverses. T. II.

Objectum sonans est instar chordae pulsatae, organon verò auditus est instar chordae homotonae sine tactu resonantis.

Tremere quid itiones et reditiones in chordis valde tensis fiunt, ut in laxis, etsi non aequè oculis percipiantur.

Quicquid tremit, tensum est.

Nullum corpus tam molle est, quin celeri nimis divisioni resistat.

Quicquid divisioni resistit id, antequam rumpatur, tenditur, ut fila calcitae.[1])

Corporum repercussio omnis est à restitutione tensorum et flexorum. itaque quicquid repercutit, tensum est.

Visibile hoc in pila, in flato in pectine, vel simili labente.

Nihil tam durum, quin nonnihil flectitur.

Nihil tam magnum, quin nonnihil tremat.

Ratio, cur flexa et restituta sponte iterum flectantur.

Omne corpus, cui continuè novus impetus implicitur, novissimé impetum habet ex omnibus collectum.

Quicquid magnum impetum collegit, id trans locum, ubi alias quieturum esset, feretur.

Non potest videri, an et quando cesset trepidatio scissi semel pulsati.

Aqua et aer sonum edunt sola suarum partium collisione. experimentum

Aer est fluidum elasticum.

Et spiritus vini esse videtur fluidum aeri valde cognatum.

Aqua non est corpus satis elasticum.

(tractatus della renitenza dell' aqua alla compressione.)[2])

Circulus, qui in aqua fit injecto lapillo, nihil est aliud quam fluctus orbicularis.

Ut ex uno fluctu nascitur alius parallelus sed humilior, ita et fluctu orbiculari nascitur alius orbicularis remotior ac proinde major priore, sed humilior.

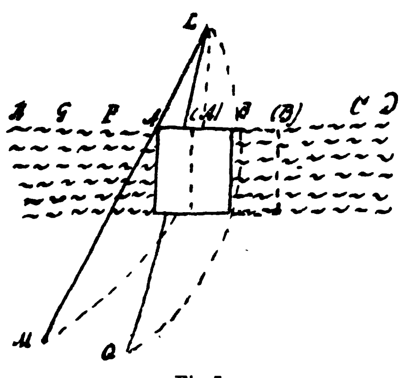


Fig. 7.

Fluctus aquae potius conferendi sunt vento in aere, quàm sono.

Sonus non oritur ex percussione corporis sonantis immediatè, sed ex restitutione percussi.

Ad sonum sensibilem efficiendum opus est multis trepidationibus repetitis, ut ad videndum aliquid punctum sensibile multis est opus radiis. ita ad videndum apicem montis, qui instar puncti videtur.

Si aer subitò percutiatur, pars eius, quae est ante rem percussam, comprimitur, pars, quae post eam sit, rarescit. sit corpus *AB*, quid magna celeritate transfertur in *(A) (B)* et percutiet aerem anteriorem *BC* eumque expellit ex loco *B (B)*, et quoniam aër tanta celeritate circulum commode

1) Ein Tonpfeifenrohr.

2) Kap. VI der Saggi di naturali esperienze fatte nell Accademia del Cimento. Firenze 1841.

peragere non potest, ut statim tantundem aëris, eundem quam ante densitatis gradum habentis expellatur ex *(B) C* et vicissim in locum ipsius *FA* succedentis in locum à corpore relictum *AB*, quia corpora elastica malunt tendi nonnihil, quam celeriter moveri; hinc necesse est aëre *B (B)* expulso a corpore *AB* et in locum ipsius *(B) C* non satis statim recedentis subeundo, aërem in loco *(B) (C)* existentem nonnihil comprimi et in loco *FA* existentem, quia etiam locum *AC* a corpore *AB* descitum implere debet, novo aëre sufficiente non statim succedente dilatari.

Si in medio aëre ordinario sit locus repletus aëre justo dilatatiore, aër circumstans magno impetu in eum irruens jam tum aliquem efficiet sonum. Experimentum est in Machinis Gerickianis[1]), nam si duo hemisphäria, ex quibus exhaustus est aër, divellantur, aër circumstans ad locum replendum fluens sonum edit instar sclopeti.

Idem proportione continget in loco *FA*, etsi enim exigua sit aëris in eo dilatatio et exiguus etiam ipse locus (tantus scilicet, quando chorda tremens major apparet quiescente) orietur tamen si non sonus, certè soni rudimentum, id est, quod percipi possit multis repetitionibus.

Ex aëre ambiente dum scilicet locus *FA* aëris dilatati iterum impletur, in locum *FA* cum impetu ex *GH* confluente et ex aëre compresso incluso in loco *(B) C*, dum is depletur et in vicinum aërem *CD* erumpit nova, oritur percussio, novaque iterum compressio et dilatatio.

Dum aër vicinus *GF* irruit in locum replendum *FA*, ipse quoque nonnihil dilatatur, ubi cohaeret aëri *GH*, à quo satis celeriter sine dilatatione aliqua divelli non potest. Et quemadmodum dilatatio ex *FA* propagatur in *GF*, ita ex *GF* propagatur in *HG*. Similiter compressio propagatur, dum enim locus *(B) C*, in quo nonnihil compressus subitò depletur in locum *CD*, necesse est *CD* nonnihil comprimi. Similiterque ex *CD* compressio porro in sequentem adhuc remotiorem propagatur.

Omnem autem compressionem sequitur mox restitutio iterum dilatans et dilatationem restitutio iterum comprimens; ita aër jam ipse per se aliquamdiu vibrationes peraget, etsi corpus sonans non vibraret. Sed non erit satis sensibilis illa vibratio, quia ex una tantum percussione orta est corporis *AB* semel tantùm translati in *(A) (B)*.

Si corpus tremens vel ejus pars *AB* translatum in *(A) (B)* redeat in *AB* et iterum *(A) (B)* aliquoties reciprocatis itionibus et reditionibus, toties aër denuò percutietur et novum impetum acquiret, qui denique tam fortis fiet, ut possit percipi.

Praeterea si vibrationes aëris a dilatatione ad compressionem reciprocè transeuntis non sint synchronae reciprocationibus corporis trementis, novae supervenientes percussiones aërique impressae impetus reciprocandi, quos aër ex priore adhuc percussione residuos habet, turbabunt. nam aliquando dilatandi sese impetum imprement aëri, dum ipse jam tendit ad compressionem; aut contra videndum igitur, qua arte efficiat natura, ut perturbatio ista evitetur.

Si duo corpora inaequalia sint ejusdem tensionis percussura, eo celerius celeriores habet reciprocationes, quo est minus. Hujus propositionis veram

1) Den Magdeburger Halbkugeln.

rationem aliquando reddam. nunc satis est eam assumere velut comprobatam experimento. Nam constat ex sectione monochordi chordam, quo est minor, eo sonum reddere acutiorem manente eadem tensione; idem de corporibus quoque alterius figurae constat.

Consideremus jam quanta esse debeat portio aëris *AF. FG.* item *(B) C* aut *CD.* et utique apparet, hoc esse satis indeterminatum, et primis ictibus, ut portiones aliis majores minoresve eligantur, ex variis pendere posse casibus, prout ipsum corpus *AB* non tantum maius minusve est, sed et plures habet cavernas, quibus aër ipsum ingreditur, eo enim velut totidem filis aërem ambientem fortius trahit; ut taceam diversa corpora heterogenea, quae in aëre in diversis portionibus diversimodè reperiuntur. Verum hoc de primis ictibus intelligenda sunt: at corpore sonoro suas reciprocationes continuante paulatim aër ita se componit, ut fiat unisonus corpori sonoro, ut nempe vibrationum aëris et corporis sonori sibi obstantium perturbatio minuatur; atque ita tunc dum ex repetitis percussionibus acceptus ab aëre impetus satis redditus est validus, ut percipi possit, jam aër etiam ad unisonum devenit; id est in portiones discerptus est *AF. FG. GH* etc. *(B) C. CD. DX* tantae magnitudinis, quantae in data aëris tensione faciant, ut vibrationes portionum aliis cum vibrationibus sonori sunt aeque diuturnae.

Nam aër suum habet determinatum Elastrum sive tensionem (utor autem hic tensionis voce generaliter pro compressione vel dilatatione vel etiam flexione, quae fit sine utroque, aut cum utroque, simul ut in arcu tenso).

quae scitur ex pondere aëris superstantis. itaque eligitur magnitudo partium, quae cum data tensione datae diuturnitatis desideratae (quae scilicet sonori est) exhibent vibrationem.

itaque in locis altioribus ut montibus majoribus opus est partibus aëris, quae causa esse potest, cur sonus illic sit debilior. Nam in majoribus portionibus non tam exactè res succedit, ut in minoribus ob varia impedimenta; et cum aër ibi sit valde rarus respectu puri aëris, est tamen non ideò minus heterogeneis partibus plenus, cur sclopeti sonus solite exilior fuerit. Quae servire poterunt ad explicandam causam eius in Carpathis cuiusdam montis apice, quod Frolickius[1]) sibi evenisse narrat.

Etiam in Vacuo Gerickiano sonus admodum debilitatur, ipso Gerickio narrante.[2])

Ex his etiam ratio reddi potest phaenomeni memorabilis, quod occasione narrationis Gassendi deprehendere Academici Florentini[3]); nempe soni celeritatem esse uniformem ratione loci sive distantiis proportionalem; ita

1) Die Besteigung der Tatra und die daselbst gemachten Beobachtungen bilden das Kap. VIII des Lib. V in Guericke Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica. S. 161 und haben die Überschrift: observatio quaedam, à Davide Frölichio in Monte Carpatho Hungariae instituta, quae non parum facere videtur, ad judicium de Aëris sensibili altitudine et Regionum ejus constitutione, ferendum.

2) Guericke a. a. O.

3) Gassendis Werke, deren 2. Bd. seine physikalischen Arbeiten enthält, waren 1658 in Leiden erschienen, drei Jahre nach seinem Tode. Die in den Saggi der Accademia del Cimento beschriebenen Versuche zur Ermittelung der Geschwindigkeit des Schalles hatten Borelli und Viviani bereits 1656, also vor Stiftung der Akademie angestellt.

ut si certo tempusculo mille passus percurrat duobus, tribus etc. similibus tempusculis percursurum sit duo, tria etc. passuum millia. Hoc ita demonstratur:

Ut vibrationibus corporis AB aequidiuturnae sunt vibrationes aëris AF, ita his aequidiuturnae sunt vibrationes aëris FG, et ita porro. Eadem enim causa est isochronismi, ut perturbationes evitentur. Unde tandem propagatur vibratio isochrona, ad chordam unisonam datam, vel locum Echûs, vel denique organon auditus.

Sed percussiones tam sunt celeres, quam sunt vibrationes, id est corpus vel aër tam celeriter percutet, quam celeriter vibrat. Sequens autem corpus tam celeriter accipit vibrationes, quam celeriter praecedens ipsum percutit. itaque eadem celeritate accipit aër AF vibrationem (à corpore AB), qua celeriter aër FG (ab aëre AF) et aër GF (ab aëre FG).

Est autem portio AF circiter aequalis portioni FG, et ita porro, aër enim apud nos in eodem ferè ubique tensionis statu est, itaque tempora propagationum erunt, ut numeri portionum, in quas aër divisus est, id est, ut distantiae. Erit tamen aliquod licet forte [?] non ita sensibile discrimen progressionis ratione magnitudinis partium, quando sonus tendit à loco superiore in inferiorem, vel à calido in frigidum.

12 [3½ Blatt 4°. Auf gutem Papier gut geschrieben.]

De vibrationibus aëris tensi.

Fingamus, Embolum exactè respondentem Tubo vas Aëre communi (hoc est neque compresso ultro statum reliqui aëris ambientis, neque dilatato) plenum ingredienti [tem] nonnihil extrahi ex tubo, ut ita aër dilatetur, deinde, antequam totus egrediatur, à trahente subito dimitti; manifestum est non sine vi rursus in tubum subingredi debere, nec tantùm in priorem statum redire, sed impetu concepto ultra provehi, aëremque inclusum comprimere; moxque ab eo rursus repulsum impetu concepto contrario iterum ultra justam mensuram exire et nova dilatatione facta denue deinde intra tubum compelli, easque vibrationes aliquoties reciprocare. jam investigare operae pretium est, an tempora vibrationum tubi magis vel minus extracti sint aequalia, quemadmodum sic satis esse experimur in chordis pulsatis.

Concipiamus autem majoris facilitatis causa, vas esse tubum cylindricum AB, cuius media pars AE sit aëre communi plena, altera pars EB embolo CD, embolum autem usque ad ostium extrahi non ultra, ne pereat obturatio; et jam videamus, quid consequatur, si C, emboli extremitas, transferatur in B, et ibi embolus rursum dimittatur. Quoniam igitur effectus est aequalis suae causae, embolus rursum intromissus non sistet in E, sed introrsum progreditur usque in F, donec vis compressionis seu vis Aëris compressi AEC sit aequalis vi dilatationis seu vi aeris dilatati ABC (quod fiet si ipsis AB, AE sit tertia proportionalis AF aëre tantundem compresso nunc, quantum antea

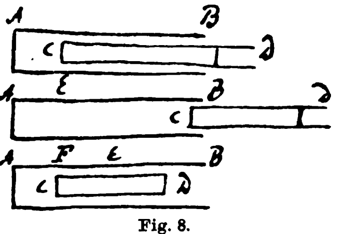


Fig. 8.

fuit dilatatus; quos duos stratus inter se aequilibrium facere seu aequales esse ostendemus). Extructo embolo ex CE in CB columna aëris aequè ampla elevata est ad altitudinem EB vel, quod idem est, pondus CD, quod ponamus huic columnae aequale, fingendo tubum esse ad horizontem erectum et pro columna aëris esse in vacuo. porro punctum F tale esse debet, ut eo repulsum pondus CD, rursus in E praecisè eam celeritatem acquirat, quam ibi habebat, cùm introrsum pelleretur.

Ut igitur motum ponderis C accuratè cognoscamus, considerandum est gradus celeritatis impetus novos, qui ponderi C cadenti imprimuntur, eo esse minores, quo magis ingreditur embolus in tubum, et resistentias aëris, qui semper est compressus, esse ut compressiones, hoc est reciprocè, ut spatia. Nam aër, cum dilatatus dicitur nostri respectu, revera tantum est minus compressus. Sit igitur AB b, et AC x, varians pro vario situ ipsius C; conatus impressus à gravitate semper est proportionalis temporis elementis; adeoque si tempus t, erit df conatus gravitatis; sed conatus contrarius à compressione impressus est reciprocè ut x, seu ut $1 : x$, posito igitur AB esse b. Et conatum, quem gravitas imprimit, esse $\overline{df}$ et diminutionem ejus ab initio in B ortam à resistentia aëris inclusi esse in ratione r seu esse $df - r\overline{df}$, utique patet diminutionem seu resistentiam aëris inclusi in alio loco quocunque C esse ad rdf, ut AB est ad AC, seu ut b ad x; adeoque resistentia in C vel conatus à gravitate impressi diminutio erit $\overline{dfrb : x}$, et conatus totus erit $\overline{df}\,\overline{1 - rb : x}$, qui est elementum velocitatis seu $\overline{dv}$. jam aliunde scimus esse $\overline{dx}$, spatii elementa, in ratione composita velocitatum, et elementorum temporis, seu esse dx elementum spatii in loco quocunque percursum ad m elementum, percursum in E seu in casu maximae velocitatis ut est $\overline{df}$ ad m velocitatem maximam ductam in ϑ seu conatum à gravitate impressum, seu elementa in casu maximae velocitatis, adeoque fiet $\overline{dx} : v :: b\overline{dt} : m\vartheta$, ubi b, m, ϑ sunt constantes; habemus ergo duas aequationes, valorem ipsius dt exprimentes[1]), unam $dt = dv : \overline{1 - rb : x}$, alteram $dt = \overline{dx}\, m\vartheta : vb$, quos valores aequando inter se fit $vpdv = dx\,\overline{1 - rb : x}\; m\vartheta$, seu

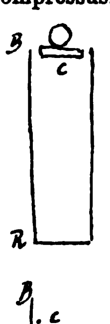


Fig. 9.

$$\tfrac{1}{2} bvv = m\vartheta \int \overline{\overline{1 - rb : x\, dx}},$$

quae est relatio inter velocitatem et spatium et quia

$$v = \sqrt{2m\vartheta : b \int \overline{\overline{1 - rb : x\, dx}}}, \text{ fiet utique}$$

$$t = \int dx : \sqrt{2b : m\vartheta \int \overline{\overline{1 - rb : x\, dx}}},$$

unde habetur relatio inter tempus et spatium, (vel erit

$$\overline{dx}^2 : \overline{df}^2 = \overline{2b : m\vartheta} \int \overline{\overline{1 - rb : x\, dx}}, \text{ vel erit}$$

1) Hier ist am Rande mit anderer Tinte geschrieben: literae m ϑ, v ad complendam homogeneitam legem adubiose in calculo tamen sequenti dissimulari possunt.

$$\frac{2\,\overline{dx}\,\overline{ddx}\,\overline{df}^2 - 2\,\overline{df}\,\overline{ddf}\,\overline{dx}^2}{\overline{df}^4\, m\vartheta : 2b} = \overline{1 - rb : x}\,\overline{dx} \quad {}^{1)}$$

ubi ponendo $\overline{ddf} = o$, fiet utique : $\overline{ddx} : \overline{1 - \overline{rb : x}} = \overline{df}^2 m\vartheta : b$ [2]) qui calculus est memorabilis. Aequatio tamen haec ultima imperfecta est, nec determinata satis, nisi supponendo ipsa et esse aequabiliter crescentia).

Sed jam per figuram explicandum est, quid sit $\int \overline{1 - rb : x\,dx}$ seu $\int\left(\frac{x - rb}{x}\,dx\right)$, quae quantitas exprimit quadrata velocitatum, seu ipsius potentiae gradus Et considerandum praeterea alicubi, ut in E aequalem esse conatum impressum à gravitate et resistentiam aëris inclusi et ut AE, vocemus e, utique conatus gravitatis in puncto E, qui est ut ϑ, per temporis elementum ibi assumtum, seu resistentia aëris in puncto E erit ad resistentiam compressi aëris[3]) initio seu in puncto A, seu ad $r\overline{df}$, ut b seu AB est ad AE[4]) seu e.[5])

Ergo $dt : rdf :: b : e$, seu $r = e : b$, seu $rb = e$ et fit : $\int \overline{1 - \overline{e : x}}\,\overline{dx}$ seu

$$\int \overline{\overline{x - e : x}\,\overline{dx}}.$$

quaeramus jam ordinatas ad AE, quae sint proportionales ipsis $\overline{x - e : x}$ seu quae aequ. $ax - ae : x$ seu $a - ae : x$.

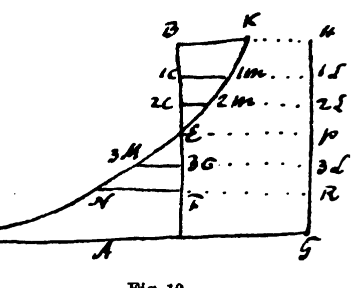


Fig. 10.

Angulo ad B recto ducatur A et compleatur rectangulum $GABH$ ac centro G et asymptotis GA, GH describatur ad partes B Hyperbola KNM talis, ut ex M ducta utrimque ordinata normalis ML in GH, sit rectangulum GLM semper aequale ipsi ae seu rectangulo et GE sub GA sive a, et AE sive e (Unde si a et e sumantur aequalis, erit E vertex Hyperbolae). Ex hac constructione patet LM esse $ae : x$ et CL esse a. Ergo CM est $a - ae : x$ et potentia à pondere descendente acquisita, loco quovis C erit, repraesentata spatio Hyperbolico $KBCMK$. Et summa potentia acquisita in puncto E repräsentabitur trilineo Hyperbolico $KBEK$, nam Hyperbola rectam secat in E. Sed gradus post E, qui cadunt in alteram partem insignem rectae AB, non sunt acquisitiones, sed detractiones, quia quod

1) Muß wohl links im Nenner heißen $2b : m\vartheta$.
2) Muß wohl heißen $b : m\vartheta$. 3) Im Ms. steht hier nur compr.
4) Von hier an dieselbe Tinte wie die der Note S. 50.
5) Hier ist an den Rand geschrieben:
$rb = e$, AB b vel h, m maxima velocitas, qui [sic] est in E.
Et ds elementum spatii
AB, $h \cdot BH$, $a \cdot HK$, $e \cdot AC$, $x \cdot LM$, $ae : x$
h unitas seu cuius log. v
$x = ae^v$
$KHLMK$, qr $\overline{}$ $KHPEK$, qh
$KHLMK$, $h\ \overline{\log . x : \log e}$
in casu, quo K est AF fit $KHLMK$, id est $KHRFK$ aeq BR, seu $d\,\overline{h - x}$.

detrahitur maius est, quam quid additur. ergo descendet pondus eo usque, donec ut in F sit $NFEN = KBEK$ seu $KBFNEK$ (id est $KBEK - NFEN$) = Nihilo.

NB. quod est notandum, ut appareat, quomodo in figuris destructio seu nihilum exhibeatur. jam investigandum est punctum F. Punctum F tale seu recta $AE = x$ talis in M [ut] $\int \overline{adx} = \int \overline{ae : xdx}$ seu ut sit rectangulus FH = quadrilineae $KHLMK$. Constat verum esse spatia $KHLMK$ progressiones arithmeticae, si rectae GL vel AC sint progressiones Geometricae, seu si spatia illa, ut numeri, rectas has essent logarithmos, ergò si GH sit h vel unitas, cuius logarithmus est 0 sitque AE e, $\frac{AC}{AB}$ vel $\frac{GC}{AB}$ sit $\overline{e : h \,|\, v : h|} = x : h$, erunt spatia $KHLMK$ ut $v = qv$. $KHPEK$ erit ut $\log e$ et $KHRNK$ ut $\log x$ propor AF, x. ex natura logarithmorum fiet $v : h \; \log e = \log x$, nam $\log h$ est $= 0$. Ergo $v = h \log x : \log e$ et $KHLMK = qh.\ \log x : \log e$, ergo in casu quo $x = e$ fit $KLPEK = qh$ [quam quantitatem detrahendo à rectangulo PB, seu ab $a \cdot \overline{v - e}$ fit $ah - ae - qh = KBEK$.

Sit jam $AF = x$, erit $EPKNP$[1]$) = qh \cdot \log x : \log e - qh$ unde auferendo PF seu $a\, \overline{e - x}$ fiet $qh \cdot \log x : \log e\, (\overline{-\,qh - ae}) + ax = NFEN = KBEK = ah\, (\overline{-\,qh - ae})$ seu $qh \log x : \log e = a\, \overline{h - x}$. quae aequatio determinat punctum x quod etiam inveniri potest per intersectionem rectae et lineae logarithmicae. idem etiam brevis sic invenitur. Inventum est supra in casu puncti F quaesiti esse rectang. FH aequale spatio quadrilineo hyperbolico $KHRNK$, sed rectang. FH est $a \cdot \overline{h - x}$ et quadrilin. $KHRNK$ est in quadrilin. $KHPEK$ seu ad eh ut $\log AF$ seu $\log x$ ad $\log e$. Ergo fit $qb = a\overline{h - x} = qh \log x : \log e$ prorsus ut ante.

Etsi autem a assumserimus pro arbitrio, tamen ab eo semel assumto, certo modo pendet q. Et non licet facere $q = a$, nam fieret $qh = ah$, seu quadrilin. $KHPEK$ (quod fecimus qh), erit aequ. rectangulo BG (seu ah), pars toti, quod est absurdum. Porro aequationem Logarithmicam mutando in potentialem, quia haberimus $\log e = \log x \;\; qh = a\, \overline{a - x}$. fiet inde $e = x \,\boxed{qh : a\, \overline{a - x}}$.

(Etsi autem q sit semper minor, quam a, videamus tamen, an non mutato a mutetur ratio inter a et q, et an non proinde reperiri possit ratio omnium possibilium minima, ubi q maximè vicina ipsi a. Sed video nihil, hinc dare semperque tandem manere proportionem inter q et a. Nam sit EC q, fiet $KHPEK$ aequ $\int \overline{ae : \overline{e + x}\, dx} = qh$ et ista summa dividens ah dabit rationem inter ah et qh seu inter a et q quam faciendo omnium possibilium minimam M. Fiet $\int \overline{e : \overline{e + x}\, dx} : h = C$ ubi patet evanescere a. adeoque non posse hinc inveniri valore ipsius h.)

Illud potius consideratione dignum videtur, ex calculo nostro duci modum aestimandi, ex quanta altitudine cadere debeat pondus datum, ut

1) Wohl $EPRNE$.

aerem comprimat intra datum spatium, seu quousque aer datae compressionis pondus datum attollere possit, seu quanta sit vis compressionis viva respectu dati ponderis. Nam pondus, quod cum aere intra *AE* compresso in aequilibrio est, cadens ex altitudine *BF* aerem dictum diffusum *PG* und *RG AB* comprimet intra *AF*.

13. [Kleiner Zettel von Leibnizens Hand.]

Si chorda musica *AD* variè dividatur in punctis *x (x)* etc., tonos edet proportionales rectis *xy*, *(x)(y)* posito *AxD* esse Asymptotam Hyperbolae *y (y)* et *Ax* abscissas et *xy* ordinatas. Nam chordae aequabiles, aequaliter tensae, habent tonos longitudinibus reciprocè proportionales. Hinc dicimus reciprocos arithmeticorum esse progressiones harmonicae, ubi ea est proprietas et differentiae trium sint ut extremae.

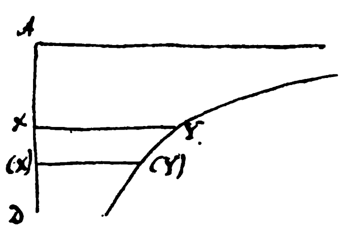


Fig. 11.

Anmerkung. Die Zeit der Abfassung der als Nr. 10 mitgeteilten Abhandlung läßt sich ziemlich genau bestimmen. Denn da in ihr von dem Ableben Mariottes im Jahre 1684 als von einem vor kurzem eingetretenen Ereignis die Rede ist, so muß sie um die Mitte der achtziger Jahre des 17. Jahrhunderts niedergeschrieben sein. Man wird nun wohl die Annahme machen dürfen, daß die übrigen Arbeiten etwa aus der nämlichen Zeit stammen, da sie inhaltlich einander sehr nahe stehen. Stellen sie doch gegen Leibnizens frühere Ansichten einen bemerkenswerten Fortschritt dar. Diese finden sich in der 1671 in Mainz unter dem Titel Hypothesis physica nova gedruckten Schrift, in der sich ihr Verfasser folgendermaßen im § 32 ausspricht: „*Sonus non consistit in motu aëris,* aërem enim voco illam rem, cujus gravitas in baroscopio sentitur, quae comprimi, exhauriri, ponderari potest. Jam constat, exhaustis utcunque et clausis vasis campanulam intus pulsatam extrinsecus audiri. Consistit ergo in motu aetheris, sed moderato et in circulos abeunte, ut lapide aquae injecto videmus, cùm lux consistat in forti et recto partis subtilioris.“[1]) Den Äther aber erklärte er, wohl in Anlehnung an die verschiedenen Materien des Cartesius. Im § 7 heißt es: *Major materiae pars in fundum collecta terram debet, aqua supernatabit, aër emicabit*: *Intrusus AETHER.* (Is enim fortasse est ille *Spiritus Domini,* qui super aquis ferebatur, easque digerebat, ex eis ventilatione sua crassiora praecipitabat, tensiora sublimabat, cujusque ablatione omnia in pulverem inertem, incohaerentem, mortuum rediguntur) et intus omnia pervadet.[2]) Und weiter § 9: *Terra* verò *nostra*, ut ad hanc redeamus, etsi radiis lucis dehiscens in partes heterogeneas abierit, ubique tamen subtilissimo *aethere penetratur.* Is aether proportionatum sibi subtilitate partium radiorum lucis actionem potissimum recipit. *Cùm igitur terra agatur* circa proprium centrum ab *occidente versus orientem*, ex hypothesi; subtilissimus *aether* terram circumdans contrario motu non tantùm retarda-

1) Dutens, Leibnitii Opera omnia. Genevae 1788. Tomi II Pars altera. S. 16. 2) Dutens a. a. O. S. 5.

tionis, sed et obnitentiae, *lucem sequutus, movebitur ab oriente versùs occidentem*, cujus etiam in Oceano vestigia deprehenduntur.[1])

Zur besseren Würdigung der Arbeiten Leibnizens wird es von Nutzen sein, auf die Ansichten vom Wesen des Schalles, wie sie in früheren und gleichzeitigen Schriften vorliegen, kurz einzugehen. Daß Galilei Luftwellen für die Ursache des Schalles hielt, ist schon oben angegeben worden. Nach ihm hatten Mersenne, Taylor u. a. die Saitentöne genauer untersucht, auch die Erscheinung des Mittönens war bekannt. Aber über die Fortpflanzung des Schalles hatte man sich noch keine einigermaßen klare Anschauungen gebildet. Huygens hatte sie nur benutzt, um aus der Fortpflanzung des Schalles durch die Luft, die des Lichtes durch den Äther begreiflich zu machen.[2]) Aber seine darüber 1678 der Akademie der Wissenschaften in Paris gemachten Mitteilungen waren erst 1690 veröffentlicht worden, und so hatte, wie er in der Vorrede ausdrücklich hervorhebt, Leibniz keine Kenntnis davon nehmen können. Guericke hatte als erster gezeigt, daß eine Glocke im luftleeren Raume nicht klingt, und daraus geschlossen, „sonora, ceu sunt campanulae, cymbala, vitra et chordae instrumentorum musicorum, aliaque id genus tinnitum suum beneficio aëris edere, scilicet eâ trepidatione seu tremore, quâ aërem feriunt: Contrà strepitum vel stridorem qui solâ confricatione vel attritu rerum invicem redditur, haud mediante aëre sed ex ipsa Virtute sonante excitari[3]), und obwohl er den Kanonenknall usw. in der nämlichen Weise wie Leibniz erklärt, so weiß er doch zur Erklärung des Schalles nur zu sagen „Sonum Virtutem aliquam Mundanam et quidem Incorpoream esse, quae cum ceteris his Virtutibus etiam dura penetrat et intra suum Virtutis Orbem in corpore apto, suum exerceat effectum“[4]), und zu seiner Fortpflanzung, daß er „sicut omnes hae Virtutes non in infinitum propagatur“, das Echo aber nennt er eine „Virtus sonans in corpore ad recipiendum sonum cum omnibus suis qualitatibus habili, recepta et iterum cum omnibus suis qualitatibus reddita“.[5]) Die allgemein damals herrschende Ansicht über den Schall dürfte Senguerd[6]) aussprechen, wenn er sagt, daß soni *naturam consistere in vehementiore motu aëris tremulo*, resultante à resistentià, quam aër propulsus patitur in corpore, in quod incidit. Aëris enim motum simpliciter *ad sonum* non sufficere, sed variam ejus propulsionem, et *reflexionem necessariam esse*, ventus docet, qui aëris quidem motus est, sonum autem sibi concomitatem non habet, quamdiu in alia non incidit corpora, à quibus resistentiam patitur et reflectitur . . . *Ex qua* reflexione à corpore resistente ortà, et propulsione, facta à corpore sonoro, varii *in aëre oriuntur circuli*, *motu vibrationis agitati*, à corpore sonoro, veluti à centro propagati, similes iis, qui in superficie aquae, à lapide ipsi immisso excitantur . . . Hisce positis *sequitur omnem sonum cum aliquali reflexione*

1) Dutens a. a. O. S. 6.
2) De Lumine. Opera reliqua I. Amsterdam 1728, S. 3. Ostwalds Klassiker Nr. 20, S. 11.
3) Guericke, Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de vacuo Spatio. Amstelodami 1672. S. 92.
4) Guericke a. a. O. S. 140. 5) Guericke a. a. O. S. 139.
6) Philosophia naturalis. 2. Aufl. Lugd. Bat. 1685. S. 134ff.

fieri, illudque tantum inter directum et reflexum vulgo dictum, sive echum discrimen intercedere quod *in echo major aëris moles,* ab eodem corpore solidiore, *reflectatur . . . in directo minor;* idque non tam à corpore vel duro, sed in primis ab aëris particulis; quodque *in directo ad minorem distantiam fiat reflexio, in echo ad majorem.*

Diesen Ansichten gegenüber dürften die Ausführungen Leibnizens einen bedeutenden Fortschritt darstellen, und es ist zu bedauern, daß er nicht dazu gekommen ist, sie zum Drucke zu befördern.

Optische Arbeiten.

14. [$3\frac{1}{2}$ Blatt 2°. Sehr gut geschrieben, zur Hälfte frei gelassen.]

Prop. 1. La lumière est tournée tousjours à l'entour de la terre, dans l'equateur et ses paralleles.

Cette proposition depend du sens, et est veritable, soit qu'on attribue le mouvement à la terre, ou au soleil.

Prop. 2. Il y a tousjours une matiere dans un espace illuminé.

Car ce que la lumière est l'action d'un corps si par consequent ou un mouvement ou une pression. Mais un mouvement ou pression ne peut pas estre propagée d'un lieu à un autre lieu éloigné, comme du luisant à l'opaque, si non par un corps. il faut donc qu'il y a necessairement un corps dans un espace illuminé.

Cette proposition est veritable, soit qu'on suppose, que la lumière se fait par emission des atomes, soit qu'on soustienne, qu'elle se fait par une simple pression propagée à l'entour. Mais pour sçavoir si l'espace est tout à fait rempli de matiere, ou s'il y a du vuide entremêlé, c'est une question, dont nous nous pouvons passer sans faire tort à nostre dessein; il suffit, qu'il n'y a point de vuide sensible depuis soleil jusques a nous, parce qu'il n'y a point de point sensible, qui ne soit pas illuminé.

Prop. 3. Un corps estant meu dans une certaine ligne a un effort ou pression proportionnée dans toutes les autres lignes imaginables. Soit le corps A meu dans la ligne droite bc. il fait donc deux efforts ensemble, l'un dans la ligne bd, et l'autre dans la ligne be. Parceque ce deux efforts ou mouvemens composez donnent le mouvement bc. de meme l'effort bd de deux autres bl et bf et l'effort bl deux autres $bg . bf$. Et ainsi comme on peut subdiviser par tout à l'infini, il n'y a point de ligne droite erigée de b, dans la quelle il n'y aye pas de pression, quoyque la force de ses pressions se diminue tousjours avec les lignes. il est de même avec les lignes courbes, parce qu'il n'y a point de ligne courbe, dont le mouvement ne soit composé du mouvement dans quelques droites.

Fig. 12.

il ne faut pas dire, que ces efforts laterales soient imaginaires, car l'experience les confirme. Par ce que un de ces efforts laterales estant osté par un obstacle, l'autre reste, comme nous éprouvons dans la reflexion et refraction.

Prop. 4. Un corps ayant une pression sur un autre corps, et avancant en même temps par un autre mouvement, tache d'emporter avec soy le corps, sur lequel il presse; non seulement vers l'endroit, vers ou il le presse, mais aussi du costé, vers ou il avance à part.

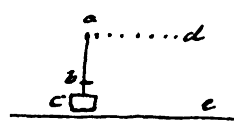


Fig. 13.

Soit un corps *ab* pressant le corps *c*. imaginons nous, qu'*ab* soit un bâton pressé avec la main sur le corps *c* posé sur un plan ferme *ce* et que l'homme cependant avance vers *d*. je dis, qu'il tachera d'emporter avec soy le corps *c* vers *e*. c'est à dire, qu'il l'emportera effectifement, s'il n'y a point de resistance suffisante dans le corps *c*. La raison est, par ce qu'un corps pressant sur un autre tache d'entrer dedans ou de le penetrer, et même commence à le penetrer. Par ce que tacher et commencer sont une même chose. Car ce qui tache dans le premier instant, fait déja quelque chose, parce que tacher est quelque chose de plus que rien faire; mais ce qu'il fait est si petit, qu'il est moins que chaque grandeur donnée, c'est à dire comme un point. Il faut donc que ce qui tache de penetrer commence à penetrer, mais seulement avec un point dans un point, c'est à dire les extremitez des choses, qui se pressent ou dont un presse l'autre, se penetrent, sont dans un mème point où lieu, sont un. Et c'est la difference entre les choses contigües, qui se touchent seulement, dont les extremitez sont ensemble, et entre les choses continües, qui se pressent, dont les extremitez sont devenües un. Comme Aristote même l'observe. il s'ensuit donc que le corps, qui presse comme *ab* estant poussé à part vers *d* son extremité *b*, soit poussée de même avec le tout *ab*. mais l'extremité *b* est entrée dans l'extremité du corps *c*. même ces deux extremitez sont devenus un, ou sont precisement dans un méme lieu, donc l'une ne peut pas estre poussée sans l'autre. Mais l'extremité du corps *c* estant poussée le corps *c* est poussé aussi. il faut donc que le corps pressant *ab* estant poussé, ou avancant vers *d* le corps *c* y soit poussé aussi, et même emporté, en cas qu'il n'a point de resistence. Q. E. D.

Ce raisonnement s'accorde toût à fait avec l'experience : mais comme on peut repliquer à l'experience du bâton, que quelques pointes de son boût entrent dans quelques pores du corps *c* et qu'ainsi la pression d'*a* vers *b* ne fait pas, que le mouvement vers *d* soit imprimé dans le corps *c*, mais plustost les pointes entrantes dans les pores et poussantes devant soy les parties du corps *c*, entre les quelles elles entrent; j'apporteray une autre experience qui ne souffre pas cette replique. Soit *f* un corps, qui va vers *g*, comme un navire et de ce corps *f* soit jetté un autre vers *h*. il ira en même temps vers *h* et vers *g*, par ce qu'en *f* on luy a imprimé non seulement le mouvement vers l'endroit, vers ou on le pressoit, sçavoir vers *f*, mais aussi vers l'endroit, ou la chose qui pressoit (: par l'exemple l'homme ou l'arc dans la navire :) alloit à part. Et en effect on observe, que *f* le corps jettant estant arrivé en *g* le corps jetté ou pressé (car pour estre jetté il faut estre pressé) arrive en *i* et que les corps jettés en haut d'un navire, qui avance cependant, retombent neantmoins dans le même navire.

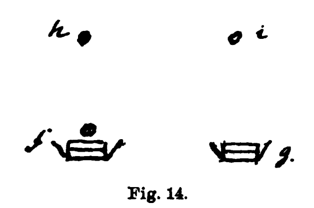


Fig. 14.

Prop. 5. Un corps ayant un mouvement dans un espace rempli de matiere tache d'emporter avec soy à un semblable mouvement toute la matiere.

Cela est aisé à demonstrer par les propositions precedentes.. Car il n'y a point de point imaginable dans toute la matiere de cet espace, sur lequel le corps meû dans cet espace ne presse pas par la prop. 3, et par consequent, qu'il ne tache pas d'emporter avec soy par la prop. 4.

Prop. 6. Si la matiere dans l'espace illuminé n'a point de mouvement particûlier, elle se tourne avec lumière

parce que la lumière est un mouvement ou pression et toute la pression est un commencement d'un mouvement. La lumière donc avancant d'un lieu à l'autre, presse la matiere illuminée de l'avancer de même. par la prop. 4. car soit dans la figure de la prop. 4. ab le rayon de la lumiere pressant la matiere illuminée *c* d'*a* vers *b* et en même temps avancant vers *d*, il tachera d'emporter la matière illuminee *c* vers *e*. Et comme la matiere n'a point de resistence ou mouvement particulier, comme nous supposons, elle sera emportée en effect, et suivra exactément le mouvement de la lumière.

Prop. 7. Le mouvement de la lumière ou de la matiere illuminée qui accompagne la lumière, est plus viste dans les cercles concentriques plus eloignées du centre et dans les cercles paralleles plus éloignées du Pole.

Car la lumière, ou la sphere de la matiere illuminée, qui accompagne la lumière, si elle n'est pas interrompue par une resistance, c'est a dire si elle accompagne la lumière exactement, se tourne à l'entour de la terre comme un globe solide ou dur à l'entour d'un axe, par ce quil n'y a point d'interruption des parties. Mais un globe dur ou solide se tournant il est constant, que tous les points achevent leurs tours en même temps, et que les cercles décrites par les points plus éloignés du centre ou axe sont les plus grands. Il faut donc, que le mouvement du point, qui acheve en même temps un cercle plus grand pendant qu'un autre acheve un plus petit, soit plus viste.

Anmerkung. Die merkwürdige Arbeit scheint den Zweck zu verfolgen, in der Zeit, die dem Erscheinen der optischen Arbeiten von Huygens und Newton voranging, eine brauchbare Erklärung des Wesens des Lichtes zu geben. Es lagen die Annahme von Cartesius und die von Gassendi vor. Jener ließ bekanntlich alles Vorhandene aus drei Elementen (Stoffarten) bestehen; das erste Element, die materia prima, setzte die Sonne und die Fixsterne, das zweite aus kugelförmigen Teilchen bestehende, die materia secunda, den Himmel, das dritte, die materia tertia, die Erde und die Planeten zusammen. Die materia secunda war also der Träger des Lichtes. Sie war in wirbelförmiger Bewegung um die Sonne begriffen. „Sic itaque sublato omni scrupulo de Terrae motu", schildert dies Cartesius,[1]) „putemus totam materiam coeli in qua Planetae versantur, in modum cujusdam vorticis, in cujus centro est Sol, assiduè gyrare, ac ejus partes Soli viciniores celeriùs moveri quàm remotiores", und weiter[2]): „Ac praeterea ut saepe in aquarum vorticibus vidi contingere, in majori illo coelestis materiae vortice

1) Cartesius, Principia philosophiae. Amstelodami MDCXCII. Pars III. § XXX. p. 58.

2) ib. § XXXII. p. 59.

sint alii minores vortices, unus in cujus centro sit Jupiter, alter in cujus centro sit Terra etc." Die Frage „Quid sit lux", beantwortet er folgendermaßen[1]): „Ea enim est lex Naturae, ut corpora omnia quae in orbem aguntur, quantum in se est, à centris sui motus recedant. Atque hîc illam vim, quâ sic globuli secundi elementi, nec non etiam materia primi circa centra *SF* (der beigefügten Figur) congregata, recedere conantur ab istis centris, quàm potero accuratissimè explicabo: in eâ enim solâ lucem consistere infrà ostendetur." Die Wirkungsweise des zweiten Elementes sucht er dann auf folgende Weise begreiflich zu machen[2]): „Nemo nostrum est, cui non evenerit aliquando ambulanti noctu sine funali, per loca aspera et impedita, ut baculo usus sit ad regenda vestigia: et tunc notare potuimus, per baculum intermedium nos diversa corpora sentire, quae circumcirca occurrebant." Und weiter: „Nunc itaque ad comparationem instituendam, cogitemus lumen in corpore luminoso nihil esse praeter motum quemdam, aut actionem promptam et vividam, quae per aërem et alia corpora pellucida interjecta, versùs oculos pergit; eodem planè modo quo motus aut resistentia corporum quae hic caecus offendit per interpositum scipionem ad manum ejus tendit. Statimque ex hoc mirari desinemus, lumen illud à summo Sole, nullâ morâ interpositâ, radios suos in nos effundere; novimus enim illam actionem, quâ alterum baculi extremum movetur, similiter nullâ interpositâ morâ ad alterum transire, et eodem modo ituram, licèt majori intervallo distarent istius baculi extrema, quàm à coeli vertice terra abest."[3])

Diese allerdings nicht sehr klaren Ansichten sucht nun Leibniz weiter auszuführen und abzuklären, aber auch mit Gassendis Annahme, daß das Licht aus einzelnen Atomen mit leeren Räumen dazwischen bestehe, in Einklang zu bringen. Namentlich liegt es ihm daran, die Schwierigkeiten aus dem Wege zu schaffen, welche der von Cartesius gegebenen Erklärung der Brechung entgegenstanden. Dazu wurde der Lichtstrahl in zwei Komponenten zerlegt, von denen die eine senkrecht zur Oberfläche stehende ihre Richtung umkehrte oder ihre Größe veränderte, die andere unverändert blieb. Das letztere sucht Prop. 4 glaubhaft zu machen. Es ergab sich so freilich die Geschwindigkeit des Lichtes im dichteren Mittel als größer, wie im weniger dichten, wie dies auch eine Folgerung aus der Newtonschen Emanationshypothese ist.

Die Arbeit muß aus früher Zeit stammen. 1682 erklärt sich Leibniz in seiner Arbeit Unicum Opticae, Catopticae et Dioptricae principium gegen Cartesius' Meinung. Man könnte daran denken, daß er in dieser Beziehung von Huygens beeinflußt worden wäre, den er 1673 in Paris kennen lernte. In seinem Traité de la Lumière, der 1675 der Academie des Sciences eingereicht und in deren Sitzungen verlesen wurde, sprach sich das damalige Mitglied dieser gelehrten Gesellschaft sehr entschieden gegen Cartesius aus. „Qui ne le sont nullement à mon avis selon l'opinion de Des Cartes", heißt es da[4]), „qui fait consister la lumiere dans une pression continuelle, qui ne fait que tendre au mouvement. Car cette pression ne pouvant agir

1) ib. § LV. p. 69.
2) Cartesius, Specimina philosophiae. Amstelodami MDCXCII. Dioptrice Cap. I. § II. p. 50. 3) ib. § III. p. 50 und 51.
4) Huygens, Traité de la Lumière. A Leide MDCXC. p. 20.

tout à la fois des deux costez opposez contre des corps qui n'ont aucune inclination à s'approcher". Aber in der Vorrede der genannten Schrift bezeugt er, wie bereits erwähnt, ausdrücklich, daß Leibniz nichts von seinen Aufzeichnungen gesehen hat. Man wird also annehmen dürfen, daß dieser die Ideen aufzeichnete, die er um 1670 vom Lichte hatte. Sie stimmen in der Tat mit denen überein, die er in der 1671 erschienenen Hypothesis physica nova ausspricht (s. oben Nr. 13).

15. [Kleines Blatt, gut geschrieben.]

Demonstratio, quod spatium non sit res à corpore distincta.

Ponamus, Spatium per se sine ullo corpore esse Ens reale ipsumque initio esse merè vacuum sine ullo corpore. Hoc est, solo spatio existente nullum adhuc à Deo creatum esse corpus. Dico, in tali spatio nihil unquam à Deo creatum iri, illud enim corpus, quod creabitur à Deo in tali spatio, vel erit finitum vel infinitum, sit primo in spatio *AB* creatum corpus *CD*. Cum spatium sit ubique uniforme, nulla ratio reddi potest, cur corporis pars *C* debeat respicere potius *A*, quam *B*. Sed etsi corpus sit infinitum, non minus quàm ipsum spatium, nihilominus ratio reddi non potest, cur non omnia fuerint inversa, seu transposita. Nam si spatium est Ens reale, utique prout corpus in spatio collocabis, aliam partem corporis et aliam partem spatii applicabis; et ita inter duas illas diversas collocationes erit differentia realis. Unde enim nulla sit ratio, cur una eligatur prae alia, ob spatii uniformitatem, sequitur neutrum modum à Deo iri electum; et proinde nihil à Deo creabitur, quod est contra experientiam, ergo absurdum est, spatium considerari ut Ens reale.

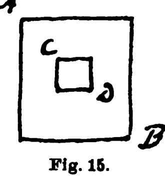


Fig. 15.

Anmerkung. Der Inhalt dieser Notiz ist mehr philosophisch wie physikalisch. Sie dürfte aus dem Jahre 1711 stammen, wie der Vergleich mit den an Hartsoeker gerichteten Briefen ergibt, die Dutens in Leibn. opera omnia Tomus II. Pars II S. 60 ff. mitteilt. Der erste der beiden Briefe Leibnizens trägt kein Datum, die Antwort Hartsoekers darauf ist vom 13. März 1711 datiert, die Antwort Leibnizens vom 12. Juli dieses Jahres.

16. [Ganz kleines Blättchen, ziemlich schlecht geschrieben.]

Reflexio infringens.

Quod Cartesius tanquam imaginarium tantum consideravit, ut reflexio ipsa non fiat ad angulos incidentiae et reflexionis aequales, sed immutet atque infringat radii directionem, ad non tantum fingi sed et reapse exhiberi potest hoc modo. Sit opacum politum *AB*, cui insistant duo diversa perspicua *ECF* et *CFD*. verbi gratia *ECF* potest esse aër, *CFD* potest esse vitrum et *CF* erit linea separationis. Si ergo radius in aëre adveniens incidat in ipsum angulum *C* seu punctum commune opaco, aëri et vitro, reflectetur per vitrum non quidem per *CT* angulis *RCA*, *TCB* aequalibus, sed infractà ad perpendicularem per *CS* concipi

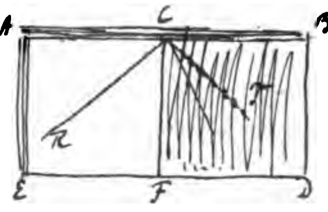
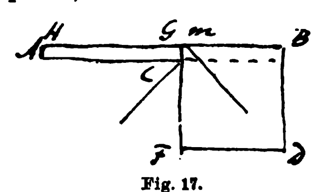


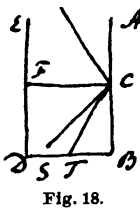
Fig. 16.

potest, totum esse vitream tabulam $ACFDGHA$ ita jactam, ut partis $CAHG$ exigua sit latitudo GC, at partis $CFDCG$ major GF. et post HG applicetur Hydrargyrum, quod opacam seu specularem reddat extremitatem HGB. ita radius RCM etiam infringetur reflectendo. Verum, quia tunc ob crassitiem aliquam vitri ea infractio fit in CM ante reflexionem, melius est adhibere viam priorem, ut perspicuum opaco perfectè oppositum seu continuum intelligatur, ut si aqua sit in vase politissimo.


Fig. 17.

[An die Seite ist geschrieben:]

Concipe vas AD, fundus BD, summum AE, aqua BF, ejus Superficies CF.


Fig. 18.

Anmerkung. Wie die auf Nr. 14 mitgeteilten Propositionen beweist auch diese Notiz, daß sich Leibniz eingehend mit Cartesius' optischen Arbeiten beschäftigt hat, andererseits aber auch sein Interesse für Grenzfälle.

17. [Kleines Blättchen, gut geschrieben.]

Aer lucem reflectetur.

Quod narrat Aristoteles, quendam sui umbram in aëre vidisse, facilé credo, si aër fuit nebulosus, et tamen sol vel luna luxit. Nuper enim, cum aër esse valde nebulosus et ego nocte per fenestram prospicerem, lumen candelae in mensa posita per eandem fenestram exiens aërem oppositum nonnihil illustrabat, ita ut lucem reflecteret nec per ipsum objecta domus, sed ipse potius aër obscurè lucidus videretur; excepta parte cui interposita erat meum per fenestram prospicientis caput, cuius proinde umbram in aëre videbam, ut alias in pariete, et quidem quia propinquam ideò vero capitis magnitudini circiter aequalem, nam si in opposita domo vidissem fuisset umbra longè major. Et verò alias aër lucem nonnihil reflectit, et ipse solus reflexione suâ illustrat loca, ad quae radii solis rectà pertingere non possunt.

Anmerkung. Dieselbe Erscheinung von Berggipfeln aus beobachtet, hat bekanntlich den Namen des Brockengespenstes erhalten. Durch sie erklärt sich wohl auch die Erzählung des Pomponius Mela, daß es im Atlasgebirge Geister gäbe, welche auf den Bergen säßen und die Bewegung der Menschen nachäfften.[1])

18. [Ein Blatt in 4° auf beiden Seiten beschrieben.]

Sit planum $A(A)$, quod radios reflectere debet. Ponamus, radium rementem à puncto C reflecti in punctum D. quaeritur, ubi fuerit punctum A vel (A), unde reflexus est, ajo, punctum A ita sumi debere, ut iter CAD sit omnium possibilium facillimum, id est in eodem medio omnium possibi-

1) Pomponius Mela. De situ orbis, libri III. Vgl. Gehler, Physikalisches Wörterbuch. Neu bearbeitet. Bd. VIII. S. 1155.

lium brevissimum. Nam aliud erit infra, cum de refractione agetur, ubi medium mutatur. Quaeritur ergo punctum A tale, ut aggregatum duarum $CA + AD$ sit omnium possibilium minimum. Ponamus, C et D aequaliter distare a plano A, seu rectam CD esse ipsi $A(A)$ parallelam. cum enim in radio reflexo AD punctum D ubilibet sumi possit, eadem semper existente ratiocinatione, quia radius semel reflexus sine mutatione in eodem medio procedit, quando nullum novum obstaculum ocurrit; ideò satius erit, sumi aequidistans ipsi C. demittantur in planum perpendiculares CE, DF inter se aequales jam calculum ita instituemus: CE vel DF aequal: c et CD aeq. d, EA aequ. e, AF aequ. $d - e$. CA vel $C(A)$ aequ.

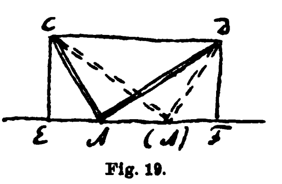


Fig. 19.

$$\sqrt{CE\boxed{2} + \underset{(A)}{EA}\boxed{2}} \text{ seu } \sqrt{c^2 + e^2} \text{ rursus } AF^{1)} \text{ vel } (A)F^{1)} \text{ aequ.}$$

$$\sqrt{AF\boxed{2} + DF\boxed{2}} \text{ vel } \sqrt{c^2 + d^2 - 2de + e^2}$$

Ergo erit $\sqrt{c^2 + e^2} + \sqrt{c^2 + d^2 - 2de + e^2}$ aequ. m seu $\underset{(A)}{CAD}$ omnium possibilium minimum seu

$$m^2 + \boxed{c^2} + d^2 - 2de \boxed{+ e^2} - 2m\sqrt{c^2 + d^2 - 2de + e^2} \sqcap \boxed{c^2 + e^2}.$$

$$\text{Ergo } \underset{0}{m^4} + \underset{0}{2m^2d^2} - 4m^2de + \underset{0}{d^4} - 4d^3e + \underset{\frown 2}{4d^2e^2} \sqcap \underset{0}{4m^2c^2}$$
$$+ \underset{0}{4m^2d^2} - 8m^2de + \underset{\frown 2}{4m^2e^2}$$

fiet destructione et multiplicatione peractis $\begin{matrix} +8d^2e & +4m^2d \\ -m^2 & -d^3 \end{matrix} \sqcap 0$

et dividendo per $d^2 - m^2$ fiet e aequ. $\frac{d}{2}$

id est AE quaesita erit aequalis ipsi CD vel EF dimidiatae. Brevis idem investigari potuisset hoc modo: quia constat esse $\int y\,dy = \frac{y^2}{2}$ erit $\overline{dy^2} \sqcap 2y\overline{dy}$

$$\overline{dy} \sqcap \frac{\overline{dy^2}}{2y}. \text{ Ergo fiet } d\sqrt{c^2 + e^2} \sqcap \frac{2e}{2\sqrt{c^2 + e^2}} \text{ et } d\sqrt{c^2 + f^2} \sqcap \frac{f}{\sqrt{c^2 + f^2}}{}^{2)}$$

$$\text{ergo } \overbrace{\frac{e}{\sqrt{c^2+e^2}} + \frac{f}{\sqrt{c^2+f^2}}} \sqcap \text{ vel } \frac{e^2}{c^2+e^2} \sqcap \frac{f^2}{c^2+f^2} \text{ seu } e^2c^2 + e^2f^2 \sqcap f^2c^2 + e^2f^2$$

seu destructis destruendis e aequ. f. id est, si sint $CE \sqcap DF$ et CA ad AD ut EA ad AF aut EA aequ. AF, ubi notabile ipsis f explicatis divers. calculo necessarium non esse.

Veniamus ad regulam refractionis.

---

1) Muß wohl AD vel $(A)D$ heißen.
2) $AF = f$ gesetzt.

Sit superficies refringens seu mediorum duorum separatrix EF, puncta duo C et D, quorum distantiae a dicta superficie, nempe CE, DF sumantur aequales, ponaturque radius à C per refractionem venisse in D per A, quaeritur, ubi sumendum sit illud punctum A. ajo, ita esse sumendum, ut via CAD sit omnium possibilium facillima. Viae autem facilitas atque difficultas aestimanda est à duobus, scilicet longitudine itineris et resistentia medii, seu est in ratione composita ex longitudine et medii densitate. Sit medii CE densitas repraesentata recta CG et medii DH densitas repraesentata recta DH, ajo, punctum A tale sumi debere, ut aggregatum rectangulorem $GCA + ADH$ sit omnium possibilium minimum. Patet statim calculum fore similem priori; inventae enim eodem modo CA, AD tantum in rectas g (seu CH)[1]) et h (seu DH) sunt, nam ut ante si EA aequ. e, AF aequ. f et EF aequ. d et $CE \sqcap c$, fiet aequatio ad minima:

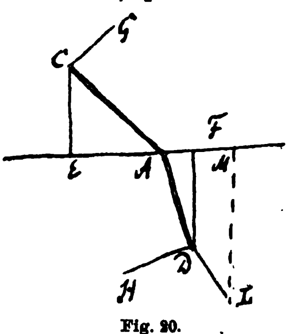


Fig. 20.

$$\frac{ge}{\sqrt{c^2+e^2}} + \frac{hf}{\sqrt{c^2+f^2}} \sqcap \frac{e \smile \sqrt{c^2+e^2}}{f \smile \sqrt{c^2+f^2}} \sqcap \frac{h}{g}$$

seu ratio EA ad AC est ad rationem FA ad AD in ratione DH ad CG.

Haec relatio cum Cartesiana et Fermatiana non consentit, quia enim ratio EA ad AC itemque FA ad AD semper eadem manet, utcunque producantur radii, hinc jam radio AD producto in L ita, ut fiat AC aequ. AL, et demissa perp. LM, erit EA ad AC ut MA ad AC[2]), id est EA ad MA ut DH ad CG, id est in reciproca resistentiarum

$$\frac{c^2}{g^2e^2} + \frac{1}{g^2} \sqcap \frac{c^2}{h^2f^2} + \frac{1}{h^2} \text{ seu } \frac{g^2e^2}{c^2+e^2} \sqcap \frac{h^2f^2}{c^2+f^2},$$

vel $g^2e^2c^2 + g^2e^2f^2 \sqcap h^2f^2c^2 + h^2f^2e^2$

$$g^2c^2e^2 - h^2c^2f^2 + \begin{matrix} g^2 \\ -h^2 \end{matrix} e^2f^2 \sqcap 0$$

$$\text{seu } \frac{g^2}{h^2} \sqcap \frac{c^2+e^2}{c^2+f^2} \quad \text{seu } \frac{g^2}{h^2} \sqcap \frac{c^2+e^2}{c^2+e^2-2ed+d^2}, \quad \text{seu } \frac{h^2}{g^2} \sqcap 1 + \frac{-2ed+d^2}{c^2+e^2}$$

$$\frac{h^2}{g^2} - 1 \text{ vocetur } \frac{a}{b}, \text{ fiet } c^2a + e^2a \sqcap -2bde + bd^2$$

$$\text{seu } e^2 + \frac{2bd}{a}e + \frac{b^2d^2}{a^2} \sqcap \frac{b^2d^2}{a^2} + \frac{bd^2}{a} - c^2$$

$$\text{seu } e + \frac{bd}{a} \sqcap \sqrt{\frac{b^2d^2}{a^2} + \frac{bd^2}{a} - c^2}$$

sed non habemus d opus, satis est invenire relationem inter f et e.

$$g^2c^2e^2 + g^2e^2f^2 \sqcap h^2c^2f^2 + h^2e^2f^2.$$

---

1) Soll wohl CG heißen. 2) Soll wohl AL heißen.

Unde patet eandem relationem $e. f. c. g.$

$$\text{seu } \frac{e}{f} \sqcap \frac{hc}{\sqrt{g^2c^2+g^2f^2-h^2f^2}} \text{ vel } \frac{f}{e} \sqcap \frac{gc}{\sqrt{h^2c^2+h^2e^2-g^2e^2}} \text{ seu } \frac{e}{f} \sqcap \frac{\frac{fech}{\sqrt{h^2c^2+h^2e^2-g^2e^2}}}{gc}$$

$$\text{erit } e \sqcap \frac{hcf}{\sqrt{g^2c^2+g^2f^2-h^2f^2}}; \ \frac{c^2}{g^2e^2} - \frac{c^2}{h^2f^2} \sqcap \frac{1}{h^2} - \frac{1}{g^2} \text{ seu } \frac{h^2f^2-g^2e^2, c^2}{g^2h^2e^2f^2} \sqcap \frac{g^2-h^2}{h^2g^2}$$

$$\text{seu } \frac{h^2f^2-g^2e^2}{f^2e^2} \sqcap \frac{g^2-h^2}{c^2}$$

patet facile, si radius sit in medium densius, refractionem esse ad perpendicularem, seu si h major quam g, esse f minorem quam e. Possunt poni g et c vel g et e aequalia.

Anmerkung. Nr. 18 scheint eine Vorarbeit zu der 1682 in den Actis Eruditorum S. 185 unter dem Titel „Unicum opticae, Catoptricae, et Dioptricae Principium“ erschienenen zu sein, welches Prinzip Leibniz dort so ausspricht: „Lumen à puncto radiante ad punctum illustrandum pervenit viâ omnium facillimâ; quae determinanda est primùm respectu superficierum planarum, accomodatur verò adconcavas aut ad convexas, considerando earum planas tangentes.“ Das Prinzip selbst ist für die Reflexion zuerst von Heron in seiner Katoptrik in der Weise gefaßt, daß das Licht dabei den kürzesten Weg einschlage, um von einem Punkte zum anderen zu gelangen, während Fermat für Reflexion und Brechung annahm, daß das Licht den Weg einschlage, den es in der kürzesten Zeit zurücklegen könne (vgl. Wilde, Geschichte der Optik I. S. 232).

19. [Ein Blatt lang 8° auf beiden Seiten beschrieben.]

Demonstratio Legum Reflexionis et Refractionis.

Propositio: Anguli incidentiae et reflexionis sunt aequales, quoties impetus incidentis resistentiae non minuitur. Esto corpus A incidens ex puncto A in planum (nam et superficies curva ex planis infinitis tot scilicet, quot sunt tangentes composita intelligi potest) in planum inquam bc in puncto d lineâ ad. Positum ergo corpus A in puncto d conabitur continuare motum eadem celeritate in eandem plagam ex d in e. Motus autem ex d in e compositus esse intelligi potest ex conatibus duobus ex d in c et ex d in f, ita tamen conatus in c sit tanto fortior, quam conatus in f, quanto recta dc est major, quàm df. Conatus autem dc non habet resistentem, conatus df habet. Corpus ergo A conans recta df in corpus bc cogitetur repercuti, quasi incidisset recta dg eadem celeritate, quae incidentiae fuit. Erunt ergo in corpore A, posito in d, conatus duo, alter in recta dg, alter in recta dc, quorum impetus sint, ut rectae; ac proinde motus erit ex his conatibus compositis in recta $dh.$ $q.$ $e.$ $d.$

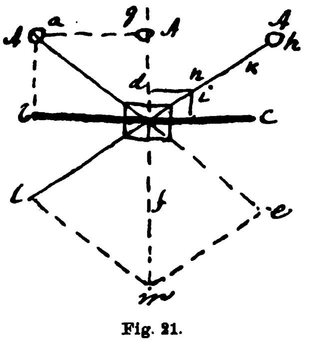


Fig. 21.

Ex hac demonstratione intelligi potest idem fore, etsi linea incidentiae sit obliqua quomodocunque. Omnis enim in obliqua motus ex conatibus rectilineis compositus intelligi potest, si nulla sit reflexio. Corpus incidens continuaturum solo conatu *dc*, plano incidentiae parallelo, cum nullus sit conatus *dg*. Nulla autem reflexio est, quoties corpus non motu publico, sed privato, id est suo, non medii seu systematis fertur. Item si corpus A sit ita molle, ut pro reflexione in recta *dg* cedat in se ipsum. Unde pueri cum factis ex charta humidis globulis per calamos in muscas fenestrarum angulis insistentes collineant, sentiunt globulum obliquè in vitrum emissum, etiamsi in locum, cui musca insidet, recta non pervenerit, per planum tamen laeve illuc deferri et ferire. Ut si vitrum ponatur esse *dc*, musca sedere in ejus extremo, quo ligno includitur puer globulum mollem flata immittere in recta *ad*, globulus muscam in *c* tantum morantem intercipiet Hinc intelligi potest pilas nonnihil cedentes, nonnihil resistentes simul et progredi et alio puncto quam *d*, ut ex puncto *i* linea *ik* lineae *dh* parallela. Ex his etiam intelligi potest, quanto celeritas reflexionis jam incidentiae minor esse, si corpus A perpendiculari *gd* incidisset, tanto rectam *dh* reflexam fore parallelis, quàm perpendiculari amoventem.

Sentimus autem, corpus a nobis impulsa nunquam tanta celeritate resilire, quanta incidere, alioquin motum perpetuum artificialem, quo nullus fingi posset facilior, haberemus. Unde tam debilis potest esse ictus, ut reflexio sensibilis sit nulla. Est et alia causa, cur reflexio sit nulla quoties ipsum planum incidentiae totum recedit, cùm scilicet vel planè liberum facillimumque mobile est, vel resistentia ejus ab insistentia superatur. Utroque modo recedet per perpendicularem *df* et parallelas, quoniam, ut ex dictis patet, omnis conatus rectilineae in planum incidentiae dat ei conatum per perpendicularem. Et quidem, si non possit etiam per parallelam, (ut si planum sit navis et in c opponatur aquae gubernaculum) tantùm per perpendicularem, imò si nec per perpendicularem queat etiam ex *d* versus *b*, imò plane ex *d* versus *a*. Quoniam omnis conatus rectilineus ex aliis rectilineis in planum quam libet ex dato puncto componitur servatae velocitatis proportione conatus *de*, potest intelligi compositus ex conatu *dc* et *df* et conatus *df* ex conatu *de* et *dl* et conatus *dl* ex conatu *df* et *db*, et conatus *df* est ad conatum *de*, ut *df* ad *de*, conatus *dl* ad *df*, ut *dl* ad *dm*, conatus *db* ad *dl*, ut *db* ad *dl* vel ut *df* ad *de*, conatus *da* ad *db*, ut *dl* ad *dm*. Ergo conatus *da* ad *de*, ut $de \smile df_{//} \frown dl_{///} \smile dm_{///} \frown de_{////} \smile df_{//////} \frown dl_{///////} \smile dm$.

Finge, *de* esse *df*. 4. *dm*. conatus igitur in *dl* circiter ut 8, conatus in *db* ut 2, in *da* ut 1. Ergo poterit quidem sic navigari contra ventum, si vento flante *ad* ubique in *g.h.c.e.f.l.b.* gubernacula ei obstent, sed impetu tanto minore, quantum computus ostendit. Qui tamen tum à machinis, tum ab hominibus moveri potest. Nota ratio *dl* ad *dm* est, quae diagonalis ad latus in rhombo, id est aequalis ad ...

Hier bricht das Manuskript ab.

20. [4 S. 2°. Ziemlich gut, zur Hälfte beschrieben.]

Leges Reflexionis et Refractionis demonstratae.[1])

Incidentia est motus in resistens. Ita corpus A in Fig. 1 cogitetur ex puncto *a* incidere in superficiem duri vel liquidi resistentis *bc* recta *ad*.

Reflexio est motus incidentis à resistente versus locum priorem. Ita corpus A incidens in locum *d* cogitetur inde reflecti in *h*, reflecti autem à resistente versus locum, à quo inciderat, hinc patet. Cum incideret ex *a* in *d*, cogitandum est, tum ex recta *ah* venisse in rectam *bc*, tum ex recta *ab* in rectam *gf*; hinc ergo, cum reflectitur ex *d* in *h*, non tantum venit ex *gf* in *he*, quo respectu versus neutrum locum, à quo aut ad quem inciderat, magis tendit cum ea reflexione tam à *gf*, quàm ab *hc*. aequè removeatur magis, quam ante reflexionem, quanta est recta *gh*. Sed quatenus ex recta *bc* redit reflexione in rectam *ah*, unde incidentia venerat reflecti dicitur.

Refractio est incidentis penetratio in medium resistens, qua linea incidentiae imaginatione producta frangitur in duas in incidentiae seu penetrationis puncto, parte producta lineae quidem incidentiae in puncto incidentiae cohaerente, sed circa illud punctum velut centrum retrorsum conversa. ita corpus B rectae *hd* incidens ex *h* puncto, quo inciderat, in *d* punctum incidentiae conatur ex medio *abch* penetrare in medium *bcel* linea incidentiae continuata seu producta *hl*, sed quia medium novum aliter resistit, quam pristinum ob alium densitatis gradum, ideò, ut mox patebit, linea *hl* frangitur in *d* et pars producta *hl* gyratur circa centrum *d* vel versus superficiem *db* vel *bc* vel versus perpendicularem *dm* vel *gf*. illa refractio dicitur perpendicularis, haec dicitur ad perpendicularem, utroque modo linea *hl* refracta seu linea *ld* re-versa dici posse.* refracta ad perpendicularem linea *dl* transit in lineam *dt* à perpendiculari in lineam *dm***. cùm enim corpus B venerit ex *h* in *d*, patet venisse tum ex *hc* in *gf* perpendicularem, tum ex *dh* in *bc* superficiem, ac proinde, sive ad perpendicularem, sive ad superficiem frangatur, linea reversa seu refracta est.

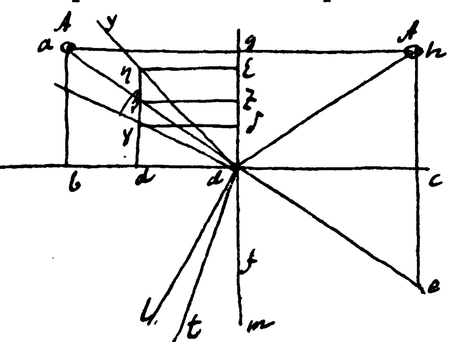


Fig. 22. [Fehlt im Manuskript, hat sich aber nach dem Text herstellen lassen.]

Hactenus vocabula explicata sunt non sine causâ, ut in progressu patebit, nunc de re ipsa dicendum est. An et qualis existat in mundo. Quod antequam faciamus, sciendum est, duo esse genera motuum in mundo alios puros seu privatos, alios publios seu à systemate affectos. Privatos exercebunt corpora, si in vacuo aut medio quiescente ferri cogitentur,

1) An den Rand ist geschrieben: Ne quis putet, hunc laborem frustra suscipi, ante omnium dicendum est, nec reflexionis legem esse hactenus debitis limitibus circumscriptam. Legem autem refractionis omnino à nullo, quod sciam, verè demonstratam.

*) von * bis ** späterer Zusatz.

publios et varie concretos, cum medium plurimum ad motum confert, non obstinendo tantum, sed et movendo seu ferendo. ita descensus gravium non minus à systematis aequilibrio aquae alioquin turbato, idem de vi elastica sentio eam quoque àb inaequali systematis pressione quaerentis restitutionem quaerente petendam. Et rationi consentaneum est motus plerosque omnes, quos sentimus, ab ejusmodi aequilibrio esse: etiam de radiorum solarium pressione idem, ut credam, adducor. Quia corpora motu puro seu proprio progredientia fractum semel impetum non resumant, etsi impedimentum cesset; at quae alieno impetu et imprimis à systemate feruntur, cum primum liberatiora sunt, intendunt vires, quia systema ipsum occasionem se restituendi non negligit. Jam radios solares constat etiam tum in medium minus resistens venire vim intendere, ut refractionum experientia constat. Unde eos à vi Elastica oriri rationis est non minus ac radios, quos spargit ignis noster. Discrimina inter motus privatos et publicos seu puros et concretos plurima sunt; et accurate philosophaturo omnino cognoscenda, etsi hactenus vix suspicione tenui delibata; aliaque phaenomena motuum concretorum demonstrationibus phoronomiae universalis seu purae à sensu non minus, quàm Geometria independentis nunquam conciliabimus.

Ex iis autem differentiis, quae ad rem pertinent, una est quam paulo ante attigi, quòd corpora motu publico lata sublato impedimento vim resumunt; si privato ferantur minimè, et hujus usus erit in doctrina refractionum; alia est, quòd corpora motu privato lata, cum progredi non possunt, non reflectuntur; motu publico lata reflectuntur; haec differentia generalis ita proponi potest: motu publico lata occurrente impedimento viam elabendi ubique quaerunt; ut quae motu privato cientur, sola conatuum compositione determinantur, nec à via deflectunt. Unde si duo corpora in eadem linea concurrant aequivelociter, motu puro quiescant, si motu publico recurrent. Tertia differentia haec afferri potest, in motibus publicis plurimum, in privatis nihil refert, quae sit corporum magnitudo. Quarta est omnis motus continuè acceleratus vel decrescens, est publicus non privatus. Quinta quiescentis nulla est resistentia in statu puro, est omnino in statu systematico seu concreto. Sexta est in statu naturae, potest dari motus perpetuus in statu systematico, motus sensibilis absolutè perpetuus corporum minorum ab aliorum motu pendentium dari non potest. Septima et hoc loco postrema esto, ad quam tum antecedentes, tum aliae omnes mihi reduci posse videntur. In statu naturae puro (ut in intermundus Epicuri) omnia sunt bruta, conatuum compositione determinantur, in statu systematico omnia videntur intelligentia quadam fieri miraque ratione ad harmonicae sapientiae justitiaeque leges exigi, unde omnia in omnium usum conspirantia, omnia sibi accomodata, omnia per periodos quasdam decurrentia, hinc ipsi decepti fuere, qui motus perpetuos inanes commenti speravere callidissimam naturam decipi posse: ut proinde instar demonstrationis propemodum, in mechanicis haec ratiocinatio sit: sequitur ex hac hypothesi, motus perpetuus ergo falsa est. In auxilium consiliumque vocanda natura est, eludi non patitur. Satis illum esse hoc argumentum est providentiae rectricis perfectum, cum ostendetur, quod philosophi officium est, quo modo combinatione purorum seu brutorum motuum leges systematis tam admirandae, tam ad vitam necessariae sint enatae.

His motus publici legibus à privato differentibus explicatis nunc demum Leges Reflexionis et Refractionis mihi demonstrare et suis finibus circumscribere posse videor. Dicam autem hoc loco non de concursibus corporum, sed de incidentia simplici corporis vel conatus sensibilis in corpus sensibile quiescens (quam quidem ad rem pertinet) et resistens, quia concursus sunt et varii nimis et parum explorati ob experimentorum fidorum penuriam. Etsi enim constitutis ritè Harmoniae universalis in systemate regulis, videantur omnia inde deduci posse a priori, quod praestari aliquando tum philosophiae, tum theologiae interest; experimenta tamen negligere praesertim, cum pleraque in ...[1]) sint, et ex facili ...[2]) possent, parum consultum fuerit.

Si corpus motum incidit in quiescens, quiescens aut cedit omnino, aut resistit omnino, aut partim cedit, partim resistit. Si excipiens cedit omnino (saltem quantum sentiri potest, revera enim nullum corpus sensibile sine aliqua resistentia cedit), impingens lineam incidentiae eadem celeritate continuabit, et cedens in eadem antecedet Esto impingens A, id, in quod impingitur B, linea celeritasque cd, quam scilicet corpus A dato tempore absolvit. Posito igitur, nullum esse resistentiam corporis B (ut si planum ce sit exactè laevigatum, quale repraesentat glacies hyberna, positumque, sub aqua et corpus B ita exactè libratum, ut aquae pars spatii aequi ponderet, quo casù attolli deprimique atque huc illuc agi in aqua sine resistentia potest) compingens in d excipienti B posito in g continuabit lineam cd in f eadem celeritate, id est ut lineae cd, df aequali tempori descriptae sint aequales et corpus B antecedens corpus A. eadem linea et celeritate eodem tempore deferetur e in, ita ut tanta sit ge, quanta df vel cd. neque enim ratio est ex hypothesi, qua impingenti resistat aut excipiens retineat. Non frustra hanc propositionem adduxi, quia potest usum habere, praesertim in exemplo adducto insignem, sequetur enim navem submarinam rectè librata in summa et facilitate et celeritate moveri posse.

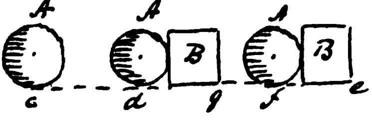


Fig. 23.

Si corpus excipiens omnino resistit ac proinde durum simul et firmum, tunc impingens aut molle est, seu cedit in seipsum aut durum est, seu non cedit. Si excipiens durum firmumque et impingens molle est, reflexio nulla est in perpendiculari, continuatio aliqua est in parallela ad superficiem excipientis. Esto impingens molle A, excipiens durum (ut pars cedere non posset nisi cedente toto) et firmus (ut totum cedere non possit loco) bc, linea incidentiae de, motus de compositus ex conatibus db in perpendiculari et df in parallela ad superficiem, excipientis conatus continuationis

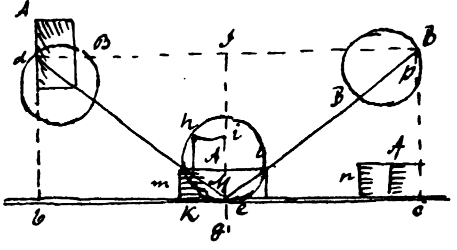


Fig. 24.

1) unleserlich, vielleicht dubio. 2) unleserlich, vielleicht cognosci.

post impactum in *e* factum erit per parallelam *ec*, et per perpendicularem *eg* irritus, quia corpus *bc* durum firmumque est. Ergo ex legibus motuum systematicarum reflexus ex *e* in *f*, in perpendiculari *ef*. sed quia corpus *A* positum initio impetus in situ *hi ke* (eo qui fuit etiam in *d*) molle est, ex hypothesi ideò conatus reflexionis non imprimitur toti, sed partibus tantùm infimis versus *ke*, ad superiores versus *hi*. interea procedunt, impetum reflexionis frangunt ac proinde componunt totum in corpus minus quidem altum, sed magis latum, quale est in situ *lm*. Fracto nunc conatu reflexionis in *ef* vel, ex quo ille ortus est, conatu continuationis in *eg* perpendiculari, superest conatus continuationis in *ec* parallela. Cui cum nihil obstet corpus *A*, situ *ml*, perget in *ec* celeritate priore non quidem totius motus *de*. sed conatus *df* ac proinde, quo tempore *A* ex *d* venit in *e*, eo tempore et ex *m* venit in *n*, sunt enim *mn* et *df* aequales. Sed si *A* venisset linea incidentiae *fe*, manifestum est, nullum esse conatum continuationis in parallela *ec*, quare nec continuationem ullam. Si verò corpus impingens sit durum et liberum, corpus excipiens durum et firmum et aequalis conatus incidentiae et reflexionis in perpendiculari, angulus incidentiae et reflexionis sunt aequales, ut, si corpus incidens durum liberum sit *B*, post impetum habebit conatum in *eg* et *ec* (ut supra *A*), conatus *eg* reflectetur in conatum *ef* aequalem et similem ex hypothesi, conatus *ec* erit integer. Ergo ex conatibus *ec* et *ef*, qui conatibus *df* et *db* aequales et similes sunt, componetur motus *ep* aequalis et similis motui *de*. id est anguli incidentiae et reflexionis erunt aequales. Cum enim motus *de*, *ep* sint aequales, erunt et lineae *de*, *ep*, eodem tempore decursae aequales et inter easdem parallelas. Quod patet, nam initium motus *de* componitur ex conatibus *df*, *db* et initium motus *ep* ex conatibus *ec*, *ef*, contra finis motus *de* ex conatibus vel *be*, *fe* (qui continuati sunt *ec*, *eg*) et finis motus *ep* (eodem tempore) ex conatibus *fp*, *cp*. Sunt autem *fp* et *ec*, item *df*, *be* parallelae, omnis enim motus ducitur à pluribus conatibus per easdem semper parallelas. Ergo et rectae *dfp*, *bec* parallelae et rectae *de* incidentiae et *ep* reflexionis inter easdem parallelas erunt et, quia aequales sunt et aequalium linearum inter easdem parallelas aequales sunt anguli ad parallelas, anguli *deb* incidentiae et *pec* reflexionis aequales erunt.

Nihil autem refert, rectae *df* et *db* sint aequales, an inaequales, quare nec in solo angulo incidentiae 45 graduum *bca* propositio est, sed in omni, quod ex ipsa praecedente demonstratione patet. Sed ut est manifestius, inspiciatur Fig. 1 [22] ubi angulus incidentiae corporis *A* in corpus *bc* est *adb* triginta graduum, et *ad* linea motus est radius lineae *ab*, conatus perpendicularis dimidium radii et linea *ag* conatus parallelis est cathetus, cuius basis sint dimidium radii, hypotenusa radius. manifestum est tamen, eadem omnia oriri. Nam corpus *A* delatum ex *a* in *d* punctum incidentiae conatur continuare lineam *ad* in *e* per *de* et ideò tendit conatus, ut *ab* in *f* per *df*, conatus, ut *ag* in *c dc*. salvoque conatu *dc* reflectitur conatus *dg*. Simili et aequali ex hypothesi. Ergo et motus *dh* motui *ad* similis et aequalis erit.

Si conatus incidentiae et reflexionis in perpendiculari sint inaequales, reflexio refracta erit, et siquidem reflexio est de-

bilior, à perpendiculari ad parallelam, si fortior, à parallela ad perpendicularem; caeteris tamen requisitis ad aequalitatem angulorum incidentiae et reflexionis salvis. Pone, in Fig.1 [22] A incidere recta hd in bdc, ex d conabitur in l, ac proinde tum in f, tum in b eritque ratio conatuum, quae linearum db, df, dl per priora, conatus db manet salvus, conatus df reflectitur in conatum dg. pone conatum dg et ef esse aequales, linea reflexionis erit da, aequalis similis lineae incidentiae hd. si conatus dg sit debilior, refringetur, reflexio à perpendiculari dg ad parallelam dl et linea reflexionis dx cadet inter a et b, contra linea reflexionis refracta ad perpendicularem parallela, si conatus reflexionis sit fortior, cadet in dy inter a et g; ut autem puncta x et y determinentur accuratius, sumetur in dg ex d portio aliqua dz et in db ex b portio $d\alpha$, quae ita sit ad dz, ut est bd ad dg. Erige perpendiculares ex z et α, versus da concurrent ad β inter se et in recta da. Unde sequitur, si conatus dg et df sint aequales, corpus A ex h veniens reflecti in recta $\alpha\beta$, id est da. Conatus enim dg est in recta dg et parallelis, qualis est $\alpha\beta$, et conatus $d\alpha$ in recta da et parallelis, qualis est $z\beta$, ergo motus in parallelarum intersectione, qualis est in β. Sed si servata $d\alpha$ pro dz sumatur minor, imminuto scilicet conatu, ita ut eo tempore, quo conatus db fert in α conatus dg ferat non in z, sed citra in δ perpendiculariter ex α et δ erectae se secabunt in γ. ac proinde linea reflexionis refracta à perpendiculari erit $\delta\gamma$, continuata in x seu dx, contra si conatus dg sit fortior, ac proinde portio $d\varepsilon$ major quam dz, intersectio perpendicularium ex α et ε erit in η et y in producta $d\eta$. determinataque erat linea reflexionis refracta ad perpendicularem dy.

Regula determinandi igitur haec erit: ut est conatus novus ad priorem, ita est sinus anguli reflexionis refracti ad sinum anguli refractionis irrefracti seu aequalis. Ut enim sunt $d\delta$, dz, $d\varepsilon$ mensurae conatuum, ita sinus $\alpha\gamma$, $\alpha\beta$, $\alpha\eta$ angulorum $\gamma d\alpha$, $\beta d\alpha$, $\eta d\alpha$ pro certo igitur habendum est, non angulis sed sinubus divisis quantitates refractionum determinandas, de quo frustra hactenus nonnulli dubitârunt. potest autem conatus reflexionis variis modis augeri vel minui, ut si incidentia fuerit contra innatam gravitatem aut levitatem, reflexio ei consentanea, vel contra augebitur. Si pila reticulo aut alio corpore occurrente repercutiatur, si corpus, in quod incidit, elasticum seque post impactum restituens cogitetur, minuetur, si corpus impingens excipiens nonnihil molle sit, seu cedat sine restitutione, si ipse incidentiae aut reflexionis motus sit continuè decrescens. Et aliae possunt intervenire causae, quas enumerare longum foret.

Est alia ratio, qua tollitur aequalitas incidentiae et reflexionis, cum salvis licet caeteris conditionibus incidens in reflexione non est liberum, sed vias alicubi obstructas invenit. unde mihi regulam aliquam Obstructionum condere non minus necessarium visum est, quam Reflexionum et Refractionum. Ut si incidens A ex h in d inveniat vias omnes reflexionis obstructas praeter dx aut dy aut db vel, quod idem est, praeter $d\eta$ aut $d\gamma$ aut $d\alpha$, illam ibit, quam solam apertam inveniet, sed eodem tempore percurret $d\alpha$, vel $d\gamma$ vel $d\eta$, quo percurrisset $d\beta$. Quod quia fortasse novum videbitur, ostendi operae pretium est. Et manifestum est, sanè obstructis aliis viis omnibus eodem tempore absolvi $d\alpha$ vel dz, quo $d\beta$. nam etiamsi

via in $d\beta$ pateret, eodem tempore absolveretur motus in $d\alpha$ et parallelis et in dz et parallelis, quo motus in $d\beta$. ipse enim motus in $d\beta$ fit ex conatu in $d\alpha$ et parallelis et innata in dz et parallelis se continuè intersecantibus. Nunc ergo cum non patet via in dz, sufferit solus conatus in $d\alpha$ integer et contra. Si integer eo tempore, quo ante absolvet cursum suum, hinc facilè patet, idem esse in viis $d\gamma$ et $d\eta$. Cum enim posita via $d\gamma$ conatus $d\alpha$ supersit integer, de conatu autem dz portio tantum $d\delta$ patet, portionem $d\delta$ et parallelas eodem tempore absolvi, quo integer conatus $d\alpha$ et paralleli, ergo eodem tempore et portionem $d\gamma$ (qui fit conatuum $d\alpha$ et parallelorum et $d\gamma$ et parallelorum intersectione) absolvi, quo conatum $d\alpha$. nam conatus $d\alpha$ eodem tempore absolvitur, quo motus $d\beta$, ut ostensum est. ergo et motus $d\gamma$ eodem tempore absolvetur, quod erat ostendendum. Eadem mutatis tantùm nominibus ratiocinatio est, si pro integro $d\alpha$ sumas integrum dz, pro portione $d\delta$ portionem $d\gamma$ et ita pro motu $d\varepsilon$ motum $d\eta$. Idem verum est tum in refractione simplici, tum in refractione refractionum, in refractione reflexionum, quam paulo ante exposuimus. Ut si corpus A incidens ex h in d aucto in d impetu cogitetur reflecti debere in η, sed obstructis viis non possit reflecti nisi in d. in eodem tempore perveniet in γ, quo pervenisset in η. In refractione simplici, quam postea exponemus, ut, si corpus cogitetur venire ex h in d et refringi debere in γ. cogatur autem deflectere in η nulla celeritatis accessione aut decessione, sed ob obstacula eodem tempore perveniet in γ, quo pervenisset in η.

Ex his legem Obstructionis et Exitûs universalem sic investigabimus; cum celeritates sint, ut lineae aequali tempore decursae $d\alpha$, $d\gamma$, $d\beta$, $d\eta$. Lineae autem eodem tempore decursae sint, ut portiones viarum inter easdem parallelas ita interceptae, ut debita quidem major sit (ut inter parallelas βz, αd interceptae sunt $d\beta$ debita et $d\eta$ indebita, $\alpha\beta$ autem major est, unde assumus, non debent $\eta\alpha$ et εd, inter quas interceptae $d\beta$ et $d\eta$, ex quibus indebita $d\eta$ major), erunt, ut Hypotenusae triangulorum rectangulorum $\alpha\beta d$ et $\gamma\eta d$ aequalium basium $\alpha\beta$, $\gamma\eta$, cathetorum αd, $\gamma\delta$. An differentiam ut altera alterius pars sit. Manifestum est autem, cathetos ita differre, bases non differre, quod manet conatus in (perpendiculari) dz et parallelis imminutus est, viâ indebitâ fit enim in (horizontali) $\delta\gamma$ et parallelis, cum via debita patenti futurus sit in $d\alpha$ et parallelis. Sunt ergo conatus deflexione imminuti ad integrum, ut catheti (seu sinus angulorum hypotenusae ad basin) viae seu celeritates, ut Hypotenusae, seu ut radices summarum ex quadratis conatuum componentium (perpendicularis et horizontalis), compositarum Regula ergo haec esto: motus liber et impeditus seu impeditus et minus impeditus sunt inter se, ut hypotenusae rectangulorum generantium basi sumta utrobique aequali. Caeterum Rectangulum generans voco, quod fit ex ductu conatus horizontalis in perpendicularem. Conatus in conatum duci intelligitur, cum mensurae conatuum in se invicem dicuntur. Mensurae conatuum motuumve sunt lineae, quas duo conatus eodem tempore absolvent. Basin voco lineam in rectangulo minorem. Haec propositio non in iis tantum, quos enumeravi, casibus reflexionis refractionisque, sed et quolibet motu impedito gravium aut Elasticorum ut in plano inclinato, in Elateriis spiralibus verissima est. Adeo ut penduli quoque phaenomenis conciliari possit, ut alias ostendetur.

21. [Eine Seite 2°, ganz beschrieben.]

In Cartesii doctrina de refractione multiplex error inest. Supponit ipse et ex eo Rohaultius (p. 1. c. 15. n. 11)[1]) novum medium densius obstare solum perpendiculariter, non vero horizontaliter, quod falsum est, nisi in momento primo, secus in sequentibus. Hinc et recte ait, pilam perdere dimidium suae celeritatis, si in medium duplo densius ingrediatur, sed hoc non potest conciliare cum priore Hypothesi, ubi horizontali conatui nihil ademit. Cogitum ergo supponere corpus reflecti non refringi, si angulus incidentiae sit minor 45 graduum. Imò inesse videtur error delineationi et calculo Rohaultii dict. prop. XI. ponamus enim lineam *ab* describi intervallo unius minuti lineam *bm*, intervallo 2 minutorum, ob dimidiatam celeritatem in medio duplo resistentiore. Ponamus cum Rohaultio et celeritatem non nisi conatus perpendicularis *pb* aut *bh* dimidiari, celeritatem in *bd* horizontali manere. Ergo in duobus minutis describet lineam *Bl* vel *om* duplae lineae prioris horizontalis descriptae *ag* vel *fb*. Hactenus rectè Rohaultius. Sed in iisdem duobus minutis non debet percurrere dimidiam perpendicularis *gb*. nempe *bo*, ut vult Rohaultius, ita enim celeritas erit quadruplo minor, si enim duobus minutis dimidium describit eius, quod alias uno. Sed debet duobus minutis describere lineam *bh*, m. ergo extra circulum cadet. Quare necesse est, locum pilae cadere extra circulum contra Hypothesin. Imò impossibile est, supposita dimidiatione celeritatis lineae explicare compositiones. Retineatur enim duobus minutis eaedem lineae, manifestum est, corpus perventurum esse duobus minutis eodem, quo antea uno sine ulla refractione ac proinde in sola celeritate, non in determinatione fiet mutatio. Quaerendum est, unde veniat resistentia corporis, an ab Elatere. Si corpus purè Elasticum est, restituet se in statum priorem.[2]) Sed quia nullum corpus perfecte se restituit, verum aliud alio magis, uti videmus altius repercuti pilam à marmore, quam à ligno, ita similiter, si resistentia corporum oritur ab eorum Elaterio, nulla erit refractio, sed imminutio celeritatis, quia Reactio est incidentiae proportionalis, ac proinde utrique conatus tam horizontali, quàm perpendiculari idem detrahetur in proportione non arithmetica, sed geometrica. Contra si resistentia oritur non ab Elaterio, sed à causa quadam ab incidentia non determinata, sed quo forti et debili incidentia tantundem detrahit, ut est densitas, tenacitas, gravitas, tunc et celeritas et determinatio minuitur, ut alibi demonstravi. Nisi celeritas imminui possit, ut si sit momentanea in lumine videlicet. Ibi enim supponendum est, quasi esset pila mota retenta eadem celeritate, quae minuto veniat ex centro in circumferentiam, sed quae ob resistentiam mutet determinationem.

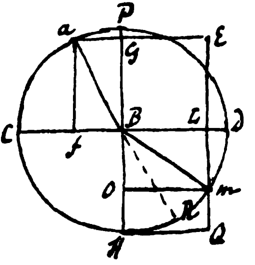


Fig. 25.

1) Wohl in seinem Traité de physique. Paris 1672, das den Cartesianischen Standpunkt einhielt und später von Samuel Clarke in das Lateinische unter Beigabe von Glossen, die die Ansicht Newtons darlegten, übersetzt wurde.

2) Hier ist am Rande bemerkt: Nota pressio luminis pertinget in momento spatium quantumcunque indefinitae celeritatis.

Rohault p. 1. c. 27 n. 38 les passages de la lumière sont dejà tout faits. Hinc facilius ire per corpora dura, quia in iis canales expolitiores. An sic dicendum est: Corpus excipiens radios reagit, cedit ergo primo radio, sed minus quàm aliud corpus, ergo et à secundo impellitur, et a tertio, quarto, quinto aliisque insequentibus, tanta majore celeritate, quanta est corporis luminaris pressio, etsi conatus sunt infiniti intra datum temporis spatium. Et quia in omni corpore est reactio quaedam, hinc in omni corpore reflexio quaedam est et in omni corpore refractio, sed perturbata. Et quia radii lucis repetuntur saepe intra tempus minimum sensibile in unum corpus hinc luminis sensibilitas, alioqui enim rei momentaneae sensibilitas nulla. Illuminare nihil aliud quam calefacere, id est dividere in minutas partes motus separatos habentes. Sed hoc faciunt non singuli radii, sed diversi collecti, dum unus huc, alius illuc nititur. Porro quia major vis ingruit in magis reagens, hinc in magis reagente radius fortius ingruit. Hinc major vis pressionis, sed quomodo hinc determinatio ad perpendicularem. An quod omne pressum reagit in perpendiculari et quod pressio à lumine non fit, nisi in perpendiculari? Imò pressio etsi obliqua sit, potest tamen dici, restitutionem esse in perpendiculari. Hinc sequitur incrementum non esse, nisi in perpendiculari, quia reactio non nisi in perpendiculari.

Propositiones: Si corpus incidit in corpus excipiens immobile et utrumque durum, nec tamen Elasticum est, corpus continuat motum horizontalem ommisso perpendiculari. (Omne corpus Elasticum restituit linea brevissima seu perpendiculari.) Anguli incidentiae et reflexionis sunt aequales, si tanta est vis restitutionis, quanta pressionis. Si incidentia est perpendicularis, etiam reflexio est perpendicularis, etsi vis restitutionis et pressionis sint inaequales. Si incidentia et reflexio sunt inaequales, et incidentia fortior est, reflexio declinabit ad perpendicularem. Si reflexio fortior est incidentia declinabit à perpendiculari. Si corpus movetur in medio resistente, eius celeritas continuè decrescit determinatione salvâ. Si corpus transit ex medio minus resistente in magis resistens et resistentia arithmeticè eadem est contra[1]) incidentiam quamcunque, primo momento seu sub initium immersionis directio refractionis est a perpendiculari. Si nisus incidentis est continuè reparatus, refractio in medium magis Elasticum est ad perpendicularem: in medium minus Elasticum à perpendiculari. Si verò à magis resistente transeat in minus resistens, non ideò augetur a determinatione celeritas (etsi minuatur resistentia seu celeritatis decrementum), nisi accedat nova causa. Sequentibus momentis immersionis continuè minuitur directio refractionis à perpendiculari. Si primum et ultimum momentum immersionis sint idem, seu si corpus incidens supponatur esse punctum (et resistentia arithmeticè eadem seu determinata est). tunc si angulus incidentiae est minor 45 graduum, directio reflexionis erit à perpendiculari, si major ad perpendicularem. (Aliud est directio reflexionis aut refractionis, aliud reflexio aut refractio ipsa. Directio conatus, ipsa reflexionis motus, uti directionem habet in tangente, quod movetur circa centrum.) Idem est si pressio transeat de medio in medium. Si resistentia medii est geometricè eadem, seu proportionalis incidenti, refractio nulla est, sed celeritas imminuitur.

1) Hier ist darübergeschrieben: seu determinate.

22. [Ein Blatt 2°, auf beiden Seiten beschrieben.]

De legibus refractionis.

Ante omnia constat radium perpendicularem non refringi. Videamus, an sumendo, quod experientia certum est, refractionem ex aëre in aquam esse ad perpendicularem, concludi possit, quaenam sit lex refractionis.

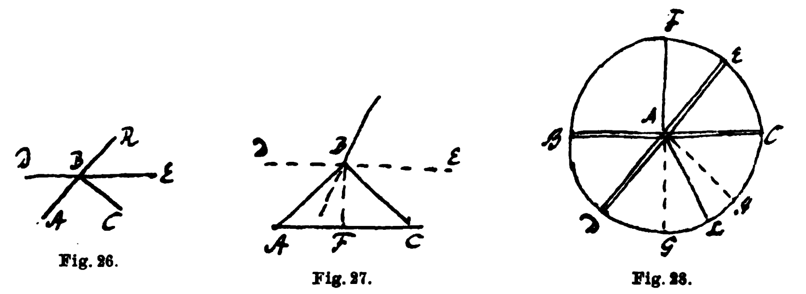


Fig. 26. Fig. 27. Fig. 28.

Quomodo fiat Refractio in angulo. Videri posset eam perinde fieri ac si esset ad rectam angulum bisecanti perpendicularem. Sit in Fig. 1 prisma vitreum, cujus sectio axi perpendicularis sit ABC et in eo plano Radius RB occurrat triangulo in ipso angulo B, ajo refractionem perinde fieri, ac si esset ad rectum DBE, quae sit perpendicularis ad BF angulum ABC bisecantem. Sed jam video id esse falsum. Ponatur enim RBA esse sita in directum et ABC esse angulum rectum, utique nulla ipsius radii BR fiet refractio, quae tamen utique contingeret, sic consideraretur radius, ut perpendicularis ad DBE, itaque quaerenda refractio, tum secundum rectam CB, tum secundum rectam AB, angulusque bisecandus.[1])

Sit porro in Fig. 2 circulus descriptus centro A, radio AB. Ponatur semicirculo BDC dari vis radium FA refringendi, quae vis sit, ut a et praeterea adhuc dari semicirculo DCE vim refringendi, ut b erit portioni communi seu sectori ADC data vis refringendi, ut $a + b$. Refractio ita fiet, ut primum quaeramus, quae sit refractio secundum separatricem BC et resistentiam a, deinde quae secundum separatricem DE et resistentiam b. Angulus inventus bisicetur. Quod si jam ponamus, radium repercussum perpendiculariter eadem via redire, qua venit, considerationem aliquam hinc provenire necesse est.

Ponatur ex medio BFE in medium BDC (DCE) cognita refractio et secundum eam seu secundum resistentiam a (b) radium FA iri refractum in AG (AH), ergo bisecto angulo GAH per AL erit radius FA refractus in AL. Nunc rursus invertendo, si radius LA ponatur incidere in duo media DBE et BEC, refringendi vis (sed in contrariam priori partem), cuiusque medii sint data, habebitur modo priori et rectae AF, ubi nota aliam planè esse relationem medii DAC ad DBE et DCE. Si jam plures adhibeantur hujusmodi radii, puto aliquid hinc duci posse.

Fig. 29.

1) Die kursiv gedruckte Stelle ist von Leibniz mit einer Linie eingerahmt, deren horizontaler unterer Teil dann wieder ausgestrichen ist. Die Bezeichnung der Figuren fehlt, ist aber leicht zu ergänzen.

23. [4 Seiten 2°, ganz beschrieben. Das meiste ist durchstricken, das Folgende übriggeblieben.]

Regula refractionis.

Regulam reflexionis Hero, Ptolemaeus et alii veteres ex eo demonstravere, quod posito angulo incidentiae et reflexionis aequali fit via radii à puncto, a quo venit, ad punctum, quò reflexione pervenit, omnium possibilium facillima. idem si in refractione tentemus, calculus hic prodit. Sint

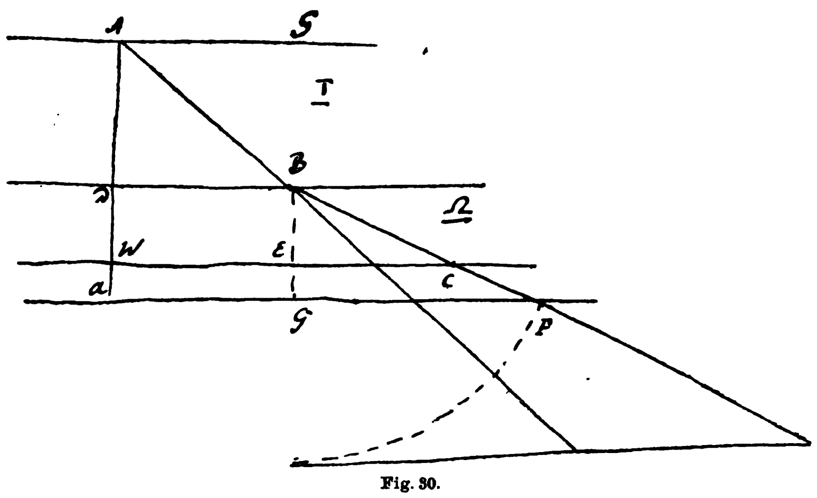


Fig. 30.

duo media: ADB resistens resistentia, ut T et BEC resistens resistentia, ut Ω. Difficultas trajectus AB aestimatur ductu itineris AB in resistentiam medii BE. quaeritur utinam sumendum sit punctum B, ut totus trajectus ABC sit omnium possibilium ab A in C facillimus seu ut aggregatum rectangulorum sit omnium possibilium minimum.

Sit $AD \sqcap d$, $BE \sqcap f$, $DB \sqcap z$, $WC \sqcap c$

erit $EC \sqcap \overline{c - z}$

et fiet $\sqrt{d^2 + z^2} \sqcap AB = e$ et $\sqrt{f^2 + c^2 + z^2 - 2cz} \sqcap BC \sqcap h$

fiet $t\sqrt{d^2 + z^2} + \omega\sqrt{f^2 + c^2 + z^2 - 2cz}$, quae debet esse minimum omnium possibilium, ponatur $\sqcap y$.

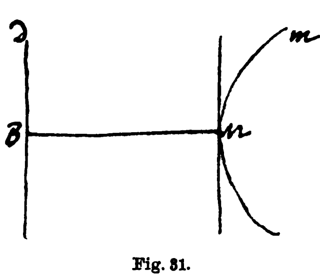


Fig. 31.

Sitque curva Mm, cuius ordinata BM sit y et abscissa DB sit z. quaeritur illud punctum M, in quo minima est curvae latitudo, seu ut haec sit BM omnium aliarum minima. Patet, tangentem in M fore axi parallelum adeoque fore $dy \sqcap 0$. Est autem per meum methodum tangentium

$$dy \sqcap t\frac{2z}{2\sqrt{d^2+z^2}} + \frac{\omega\,\overline{2z-2c}}{2\sqrt{f^2+c^2+z^2-2cz}} \sqcap 0.$$

$$\text{seu } \frac{\sqrt{f^2+c^2+z^2-2cz}}{\sqrt{d^2+z^2}} \sqcap \omega\,\frac{c-z}{tz}$$

id est: BC debet esse ad BA in composita ratione ex EC ad DB et ex Ω ad T.

Producatur BC in F, ut fiat BF aeque BA et per F ducta FG parallela CE, producatur BE, dum ei ocurrat in G, erit FB seu AB: $CB::FG:EC$ et paulò ante $AB:CB::BD$ in $T:EC$ in Ω.

Ergo $FG:EC::BD$ in $T:EC$ in Ω et $FG:BD::EC$ in $T:EC$ in Ω seu $FG:BD::T:\Omega$ id est: FG, sinus anguli refractionis, erit ad BD, sinus anguli incidentiae, in reciproca ratione densitatis seu resistentiae mediorum ideoque radius incidens in medium densius refringitur ad perpendicularem, sinu quippe imminuto incidens in medium rarius refringitur à perpendiculare, sinu quippe aucto.

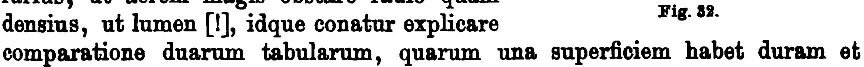
Brevius sic concludemus: ex superioribus $AB:BF::$compos. ex BD: FG et $T:\Omega$. Est autem ratio $AB:BF$ aequalitatis, ex constructione, ergo composita ratio ex $BD:FG$ et $T:\Omega$ est ratio aequalitatis, ergo ratio $BD:FG$ est rationis $T:\Omega$ reciproca, seu $BD:FG::\Omega:T$, sive sinus angulorum sunt in ratione reciproca resistentia mediorum.

24. [$6\frac{1}{4}$ Seiten in 4° gut geschrieben auf gutes Papier.]

Cartesii explicatio Refractionis.

Radius AB veniens ex medio densiore ADB atque incidens in DBF superficiem medii rarioris $BDEC$ refringitur à perpendiculari, seu radius refractus BC angulum facit FBC majorem, quam erat angulus incidentiae ABD. Hujus rationem Cartesius ita reddit. supponit, et rectè quidem, motum, vel impulsum aut conatum secundum directionem AB intelligi posse ex conatibus secundum directiones AD, DB. Conatui autem DB non obstat superficies refringens, sed tantùm conatui AD. itaque conatus AD tantum imminuitur, id est posita EC aequali DB erit BE minor quam AD. Supponit itaque Cartesius medium rarius, ut aërem magis obstare radio quàm densius, ut lumen [!], idque conatur explicare

Fig. 32.



comparatione duarum tabularum, quarum una superficiem habet duram et politam, altera tapete instratam: quemadmodum enim mollities tapetis magis globuli in eo decurrentis celeritatem minuit, ita raritas quoque medii lucis vim debilitat.

Mitto jam, comparationem hanc minimè ad rem quadrare; tantum ostendam, etiamsi omnia concedantur, quae postulat Cartesius, minimè rem succedere. Quod ita breviter ostendo. Experimento constat, radium BC medio raro rursus egredientem in medium CGH aequè densum, ac erat primum ABD, resumere primam inclinationem, ac radium secundo refractum CG esse primo ante refractionem AB parallelum. Hoc verò ostendam, ex hypothesi Cartesii evenire non

Fig. 33.

posse. Nam radius, qui resistentia sine mollitie (inde ille resistentiam deducit) medii rarioris partem impetus scilicet perpendicularis amisit, cum occursu medii minus resistentis seu densioris non recuperabit, atque ideò priorem directionem non resumet, prorsus ut globus ex polita superficie in mollem et resistentem delatus, in parte impetus in ea amissa, ubi trajectu peracto iterum ad superficiem politam pervenerit, amissam celeritatem ex sola resistentiae cessatione non recipiet. Alia ergo ratione explicanda videtur refractio, ut appareat non tantùm, cur radius inflectatur, cum in medium rarius incidit, sed et postea, cur in medium densius ingressus restituatur.

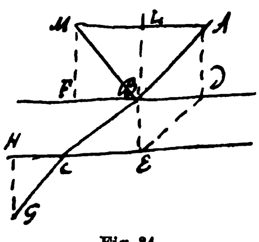


Fig. 34.

Fermatius assumsit contrariam Hypothesin Cartesianae; nam Cartesius ponit medium rarius magis resistere et ita explicat refractionem eo modo, quem dixi, et quem imperfectum esse ostendi. At Fermatius contra ponit medium densius magis resistere atque ita procedit: Videri naturam radium ex puncto lucido C ad punctum A ducturam per viam omnium facillimam, ostendit autem illo posito medium rarius CED, minus resistere, quàm densius GHC, in ratione EB ad GH vel DA (positis GH et DA aequalibus, item HC, CE, BD aequalibus), ostendit, inquam, radium à lucido G ad punctum A facillimè pervenire, si transeat per puncta C, B. Ratiocinatio eius elegantissima est, et planè geometrica, ponit enim, difficultatem esse inter se in composita ratione itinerum et resistentiae mediorum, exempli causa difficultas itineris per CB est ad difficultatem itineris per AB in ratione composita ex ratione CB ad AB, quae rectae repraesentant longitudinem itineris; et ex ratione EB ad AD, quae rectae repraesentant resistentiam medii seu difficultas per CB ad difficultatem per BA, erit, ut rectangulum sub CB et BE ad rectangulum sub BA et AD. Unde Fermatius per Geometriam de maximis et minimis elegantissimè ostendit, viam $GCBA$ esse omnium possibilium facillimam adeoque radium tendentem ex G lucido ad punctum A transiturum per CB.

Huic Fermatianae ratiocinatione sanè ingeniosae simul ac felici occasionem dedisse videntur Ptolemaeus alii veteres, qui fiunt ferè modo licet in exemplo faciliori, probant aequilitatem angulorum incidentiae et reflexionis. Sit punctum radians M, à quo radius reflexus transmittendus est ad punctum N (nam à quolibet puncto ad quodlibet punctum radius pervenit, si nihil obstet). quaeritur, per quam viam, utrum per punctum P, an per punctum Q aliudve, et respondetur per viam omnium facillimam, ea autem hoc loco, in eodem nempe medio, est omnium brevissima. itaque eligendum est punctum P tale, ut aggregatum rectarum MP, PN sit omnium hujusmodi possibilium aggregatorum minimum, id est minus, quàm aliud quodlibet, verbi gratia aggregatum rectarum MQ, QN. Geometria autem ostendit minimum esse, si anguli MPR et NPS sint aequales.

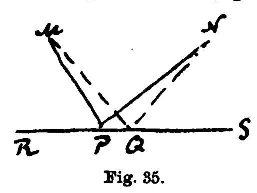


Fig. 35.

Habet tamen aliquid haec ratiocinatio utcunque ingeniosa et felix, quod animo nondum penitus satisfacit. Nam videtur radius ex puncto M

tendere ad *P* nulla habita ratione, quod inde ad *N* sit reflectendus, et certè haec ratiocinatio non potest applicari globo, qui etiam angulo aequali repercutitur à pavimento, nam is, cum manu ex *M* emittitur, pavimentum *RS*, à quo repercutiendus est, non utique praesentit, nec quaerit viam facillimam tendendi ad *N*, sed potius quaerit viam facillimam persequendi conatum, quem ei dedit manus. Hinc ad globi reflexionem ostendendam melior utique est Cartesii ratiocinatio per motuum compositionem, nam globulus ab *A*, veniens ad *B*, ibique à superficie *FBD* reflexus retinet conatum parallelum *DB*, cumque continuat in *BF*, sed conatum perpendicularem *AD* in contrarium aequalem *BL* vertit, quia soli perpendiculari superficies reflectens obstat. itaque angulus *MBF* et *ABD* sunt aequales. itaque et ad globorum inclinationem ob medii mutationem factam ostendendam, melior est Cartesii via; verùm ea refractioni luminis applicare non potest, quemadmodum supra dixi, nam nec globus ob viam difficiliorem oblatam à cursu deflectens, trajectu eius peracto priorem inclinationem sive vim semel amissam recipit. Cum tamen lumen videamus, eo angulo egredi è medio, quo ingressum est, si medium, à quo ingressum est, et in quod egreditur, sint eadem.

Videtur pro Ptolemaei et Fermatii ratiocinatione dici posse aliquid non comtemnendum, nimirum ponendo cum Aristotele lumen operari in instanti, quod etiam admittit Cartesius, non utique radius primum tendit ex *A* in *B* et deinde in *C*. Sed lux conatur à puncto dato lucidi *A* versus omnes partes, illique conatus tantùm exitum sortiuntur modo omnium facillimo, id est ita, ut appareat effectum unumquemque, exempli causa (radiationem ab *A* ad *C*) productum fuisse modo omnium facillimo, quo produci potuit.

Verùm si, quod multi, suspicantur, lumen non instanti sed in tempore operatur, Ptolemaei et Fermatii ratiocinatio reflexionis et refractionis causas non explicat. Nam corpora mota, quae intellectu carent, nulla futuri ratione habitu id quaerunt, ut praesentem tantùm operationem quàm facillimè peragant. Equidem fateor, corollarium esse admirabile doctrinae de lumine, quòd deprehenditur naturam modo facillimo operari posito angulo incidentiae et reflexionis aequali, item posita mutatione sinuum in angulis refractionis; sed hoc pro causa finali haberi non potest. Fateor enim sapientiam DEi, rerum autoris, spectanti probabile visum iri, ita duci radios luminis, ut à puncto uno ad aliud quàm commodissimo itinere perveniant, praesertim cum luminis operatio sit generalis et latè fusa, quamquam similis concinnitas in particularibus corporum motibus servari nec possit, nec debeat. Verum quia in physicis praeter finalem etiam efficiens cognoscenda est causa, eaque propinqua, et verò luminis effectus non inter primas naturales leges ex sola DEi mente ductas, habendus est, sed ex aliis naturae legibus nasci videtur, quod ex coloribus variisque lucis phaenomenis satis intelligi potest. Nam in primis et simplicibus principiis (quorum nulla est causa praeter DEi voluntatem perfectissimo modo operantem) nullae sunt varietates phänomenorum: luminis verò regulae ex causa propinqua speciali duci debent. itaque et valde credibile est lumen non agere in instanti.

Quocunque autem modo denique luminis natura explicetur, videtur nihilominus generale, quiddam ex omnibus explicandi modis commune notari posse, ex quo regulas reflexionis et refractionis ducere tentabimus. quem-

admodum enim multa de centro gravitatis et aequipondere demonstravit Archimedes, causa licet gravitatis non explicata, ita fortasse quaedam circa lumen demonstrare poterimus ex principiis communibus, etsi speciale luminis causas ignoramus.

Primum autem illud sumo (1) lumen esse operationem quandam à potentia aliqua sive vi profectam; quoniam videmus lumen speculis aut lentibus collectum potentissimè operari, quare si singulis eius radiis nulla inesset potentia, nec inesset collectis. illud etiam manifestum est (2) lumen vim suam exercere in objectum corpus ipsumque immutare, plus minusve, prout plus minusve collectum est. Radium autem non in latus, sed in objectum sibi corpus operari etiam constat, utique (3) plus minusve, prout corpus magis directè ipsi oppositum est, quod experimenta satis confirmant. Jam (4) omnis potentia in Objectum aliquod corpus agens resistentiam patitur tantum secundum eam directionis suae partem, qua perpendicularitate in eius superficiem cadit. Exempli causa potentiae secundum directionem AB aget in superficiem DBF tantùm directione AD, non autem directione DB.

Porro (5) omnis potentia in corpus aliquod agens corpori cuidam communicata. Ea (6) omnis potentia corpori cuidam communicata minuitur intensione in ea ratione, qua corpus augetur extensione, quemadmodum constat corpus maius potentia alterius accepta tardius moveri, quàm si fuisset minus. Intensionem autem potentiae distinguo à velocitate, quia celeritas motûs effectus est tantum intensionis potentiae et potentia est jam initio et in primo instanti, cum nondum est motus. Extensionem autem metior non loco, quem corpus amplectitur, sed soliditate. His autem praestructis ita mihi ratiocinari posse videor. Radius AB (per suppos. 2) in medium BE potentiam (per supposit. 1) quandam transfert.

25. [4 Blätter 2°, zum Teil halb, zum Teil ganz beschrieben.]

Primarii problematis Diophili hactenus à nemine soluti constructionem traditurus, ab initio orsus prima catoptricae Diophilaeque fundamenta ad suas causas revocabo, quae hactenus observatione potius, quam firmis rationibus stabilita erant. Quod duobus capitibus praestabo et primo capite explicabo per causam finalem seu per scopum naturae operantis, secundo per efficientem seu modum, quo natura operatur.

Cap. I.

Suppositiones Geometricae facilè demonstrabiles.

„1. via à puncto ad punctum per reflexionem à plano omnium brevis-„sima est, si in plano punctorum communi, planum reflectens ad angulos „rectos secante angulus incidentiae et reflexionis sint aequales."

Sit punctum A, unde aliquod pervenire debet ad punctum B, ita tamen, ut priùs rectâ perveniat ad punctum aliquod F plani DE, unde rectâ reflectatur ad B, quaeritur utinam sumendum sit punctum F sic, ut via $AF + FB$ sit brevior alia quaelibet, ut $AG + GB$, ubicunque tandem punctum G (extra F) in plano sumtum fuisset. Hoc itafiet secundum suppositionem nostram. Ex punctis A, B in planum DE reflectens demittantur

perpendiculares AL, BM, fungatur AB et LM, erit $ABML$ planum punctorum AB commune, quod est perpendiculare ad planum reflectens DE. Denique in sectione duorum planorum communi LM sumatur punctum F ita, ut anguli AFL et BFM sint aequales et habebitur quaesitum.

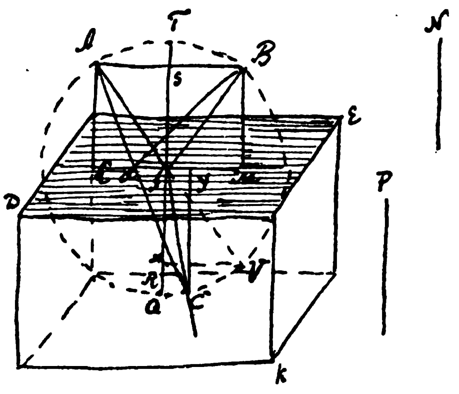


Fig. 36.

„2. Via à puncto unius medii „penetrabilis ad punctum alterius „medii penetrabilis per refractionem „in plano separante omnium facillima est, si in plano punctorum „communi planum refringens ad „angulos rectos secante angulorum „incidentiae et refractionis sinus „sint inter se in reciproca ratione resistentiae mediorum.“

Sit punctum A in medio aliquo, ut aëre, unde aliquid pervenire debet ad punctum C in alio medio, ut vitro. ita tamen ut prius recta perveniat ad punctum aliquod, ut F, in sectione planorum (DE et $ABML$) communi, ubi ita refringatur à plano DE, ut inde recta pergat ad C. quaeritur, quomodo sumendum sit punctum F, ut via AFC omnium facillima, facilior scilicet utique quaelibet, ut AGC. Est autem viae difficultas sumenda ex duobus, longitudine viae et resistentia medii. ita difficultas viae AF ad difficultatem viae FC est in composita ratione longitudinum et resistentiarum, seu ut rectangulum sub longitudine AF et resistentia medii eius repraesentata per rectam N; ad rectangulum sub longitudine FC et resistentia medii eius repraesentata per rectam P. Cum ergo his rectangulis difficultates repraesententur, ideò tunc punctum F erit quaesitum, quando aggregatum duarum difficultatum radii scilicet incidentis et refracti est omnium possibilium minimum, seu, quando rectang. AF in N + rectang. FC in P minus est alio hujusmodi aggregato quolibet, seu minus quam rectang. AG in N + rectang. GC in P sumto puncto G ubicunque. Id autem Geometria ostendet praestari hoc modo. Sumatur punctum F in linea LM, ita, ut si centro F radio FA describatur circulus secans radium refractum in puncto quocunque, ut C et ducatur diameter TQ secans LM ad angulos rectos in F, in quam ex punctis A, C demittantur perpendiculares AS, CR, sinus scilicet angulorum AFS, CFR sint. est sinus in reciproca ratione resistentiarum duorum mediorum, „seu AS ad CR, ut P ad N. „Et quia VX aequae AS Radio AF continuato donec circulo occurrat in „Verit etiam VX ad CR, ut resistentia medii refringentis ad resistentiam „medio, a quo radius venit“.

Suppositio physica.

„Natura radiis lucis operatur per vias facillimas in casibus simpli- „cissimis.“

Nimirum via facillima est, si idem effectus praestari non possit per faciliorem. ita si a puncto A radiante vis quaedam sive effectus radii

perveniat ad punctum B per reflexionem a plano DE, id secundum hanc suppositionem fieri debet per punctum F, non per punctum G, posito viam $AF + FB$ esse minorem via $FG + GB$. in refractione autem jam diximus non viae longitudinem tantum, sed et resistentiam adeoque rectangulum sub via in resistentiam considerari debere. Adjeci autem, naturam facillimè quidem operari, sed in casibus simplicissimis, unde secundum hanc methodum constitui poterunt regulae reflexionis et refractionis radiorum in planum aliquod incidentium. Si vero radii incidant in superficiem curvam seu gibbam, concavam vel convexam, consideranda non est ipsa superficies, sed planum eam tangens in puncto incidentiae. Exempli causa si in Fig. 2 [37] radius AF in superficiem concavam incidens inde reflectetur ad punctum B ita, ut anguli incidentiae et reflexionis ad tangentem LFM sint aequales, nempe angulus AFL angulo BFM, licet via AFB non sit brevissima, qua à puncto A ad punctum B per reflexionem a superficie circulari concavo radiari potest, sed potius longissima, sumto enim alio puncto superficiei nempe. G erit $AG + GB$ brevior, quam $AF + FB$. Verùm natura rationem non habet curvorum, sed planorum vel rectarum tangentium, quoniam scilicet regulatè et constanter agit. Alioqui si ponamus radium AF incidere in rectam LM atque inde reflecti in B secundum leges dictas et ponamus postea rectam LFM nonnihil inflecti in $NPQR$ vel etiam in GFH, sequeretur radium in F incidentem ideò aliter reflecti quam ante, cum tamen circa F nulla inciderit mutatio, quae in constanti turbaret omnes opticae rationes et minimè Methodo Naturae consentanea est. Haec ratiocinatio petita est à causa finali seu consilio Dei, in natura perfectissimè operantis, et vim demonstrationis haberet in rebus simplicissimis; ubi determinare potest, quod sit perfectissimum. Verùm à magis compositis, vel etiam in his, ubi incertum est, composita an simplicia sint, vim tantum habet conjectura. Nam in compositis disceditur à simplicitate vel ideò, quia constantia naturae exigit, ut regulae perfectionis à simplicibus sumantur, ut paulo ante ostendimus. Quare quamdiu non constat, an operatio lucis sit ex simplicissimis, haec ratiocinatio non nisi conjectura est. Verùm hoc loco plus aliquid, quàm conjectura est. transit enim in hypothesin, quia per eam phaenomena accuratè et feliciter salvantur. Itaque Methodus à causa finali minima in physica recipienda est (quod quidam celebris autor[1]) nostri temporis parum consultè tutove fecit), servit enim ad inventionem, felicesque praebet conjecturas. Demonstratio tamen accurata habetur ab efficiente causa explicato scilicet modo, quo lux operatur.

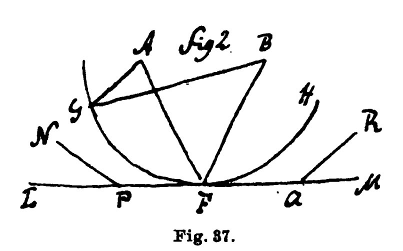


Fig. 37.

Regulae opticae.

„I. Si radius AF (Fig. 1) [36] in planum reflectens DE incidat in puncto „aliquo F et ab eo reflectatur, demittatur AL perpendicularis ex aliquo radii „puncto A in planum et per podium et perpendicularem ducatur aliud planum

1) Wohl Cartesius.

„(quod erit normale plano reflectenti), radius in hoc plano etiam reflectetur, „nempe ex *AF* in *FB* sic, ut anguli *AFL* et *BFM*, incidentiae nempe et „reflexionis, quorum illum radius incidens, hanc reflexus facit ad *LM* sec- „tionem communem duorum planorum, sint inter se aequales.“

Patet ex praecedentibus positis enim, naturam radiis lucis operari per vias facillimas in casibus simplicissimis, qualis est incidentia radit in planum per suppos. phys. via autem facillima in eodem semper medio manenti est brevissima, et brevissima est *AFB*, cum anguli dicti sunt aequales per suppos. Geom. 1. Hoc catoptricae fundamentum ita methodo Ptolemaeus et alii veteres demonstrarunt et extat eorum demonstratio apud Heliodorum Larissaeum. Si quis autem per causam efficientem ostendere velit, quod ipsi per finalem eam methodum sequi poterit, quam capite seq. exponemus.

„II. Si radius *AF* de medio diaphano *TF* in aliud *FQ* transeat in „isto plano suo *AM*, quod ad planum refringens normale est, trans ipsum „planum refringens continuato *AF* perget rectam *FC*, ut ratio sinuum *AS* „et *CR* anguli incidentiae *AFG* et anguli refractionis *CFR* sit semper eadem; „in reciproca scilicet ratione resistentiae mediorum, sive erit *AG* ad *CR*, ut „resistentia medii *FQ* ad resistentiam medii *TF*.“

Patet etiam ex suppositionibus praecedentibus: quia natura radiis lucis operatur per vias facillimas in casibus simplicissimis per supposit. physicam, via autem facillimum[1]) est, si ea, quam diximus sinuum ratio, observetur per suppos. Geom. 2.

Cap. II.

Sed quoniam haec argumentatio sumta est à causa finali, operae pretium erit, quaerere et efficientem modumque investigare, quo natura finem suum assequitur, in quo nemo hactenus satisfecit.

Sed multo meditatione mihi videor mysterium hoc sic assecutus. Ponamus in figur. 1. [36] radium *CF* in vitro venientem exire directione *FA* in aërem. Pono aërem minus luci resistere et facilius esse illuminabilem, quam vitrum. hoc est, vim radii in plures partes diffundi in aëre, quàm in vitro, sed hinc sequitur paradoxum, nempe vim radii in quaelibet aëris parte separatim sumta esse minorem. Ut si globus *A* simul impergat in duos globulos *B*, *C*, minorem velocitatem singulis imprimet, quàm si in unum tantùm incidisset. Hinc in quolibet radio in aëre separatim sumto minor erit impetus, quàm respondentis radii in vitro. Unde jam pulchrè procedet ratiocinatio in hunc modum. Centro *F* semidiametro *FC* describatur circulus radio *FA* refracto occurrens in *A*. Cumque impetus radii in *FA* sit in ea ratione minor impetu radii in *CF*, in qua ratione aër (seu medium radii *FA*) est illuminabilior vitro seu medio radii *CF*, hinc duplo tempore veniet lux ex *F* in *A* eius temporis, quo venit ex *C* in *F*. Sed cum conatus radii *CF* in superficiem *DE*, aërem terminantem, incidentis in puncto *F*, ibique aëri oblique occurrentis sit compositus ex duplici directione, una perpendiculari penetrandi in aërem directione *FT*, altera parallela *FL*, qua in aërem non agit, hinc tempore, quo radii actio pervenit ex *F* in *A*, id est duplo temporis, quo

A

B C

Fig. 38.

1) Muß wohl facillima heißen.

venit ex C in F seu quo venit ex CY ad RF, radii refracti vis perveniet ex FS in LA integer atque minimè imminutus, ideò erit aequalis illi, quo venit ex CY in RF. ergo positis velocitatibus aequalibus spatia erunt, ut tempora, cumque tempus, quo radius pervenit ex F in A seu ex FS in LA sit ad tempus, quo venit ex C in F seu ex CY in RF, ut illuminabilitas aëris ad illuminabilitatem vitri, etiam intervallum inter FS et LA erit ad intervallum inter CY et RF, seu recta FL, sinus anguli refractionis, erit ad rectam CR, sinum anguli incidentiae, ut illuminabilitas medii excipientis ad illuminabilitatem medii emittentis, cumque illuminabilitates sint reciprocè, ut resistentiae mediorum diaphanorum (tanto enim magis resistet medium, quanto minus est illuminabile), hinc erunt sinus angulorum in reciproca ratione resistentiae mediorum, quod ostendendum susceperamus. jam enim mirari desinimus, cur aër, qui radiis lucis minus restitit, tamen radios à perpendiculari velut repellat, quod ratiocinatio superior à facillima via sumta verum quidem esse ostendebat, sed non tollebat admirationem. Cartesius verò ea difficultas adegit, ut statueret aërem magis resistere luci, quàm aquam aut vitrum, quod declarare volebat similitudine tapetis villosi, in quo globulus difficilius feratur, quàm in solido marmore. Sed ea similitudo minimè quadrat, quia globulus partem suarum virium amittit in tapete, et cum eum superavit, vim amissam non recuperat, at radius lucis, qui ex vitro in aërem venit, cum rursus ad vitrum redit, vim priorem recuperat eoque angulo egreditur ex aëre, quo in eum ingressus est, positis superficiebus ingressionis egressionisque parallelis. Verum distincto nostra omnia feciliter conciliat, nam totus aër quidem est illuminabilior, adeoque luci minus resistat, sed tamen cum hinc vis lucis magis disgregetur, singuli radii simul debiliores. Quare posset dici aërem extensiori lucis non resistere, sed intensiori. Absolutè tamen dicendum est, aërem luci minus resistere, quia ea lucis aliorumque agentium natura est, ut diffundere se nitantur, unde jam corollarii instar deduci potest, quod via a puncto emittente radium, ut C, ad punctum excipiens sit omnium possibilium facillima, atque ita causae duae efficiens et finalis sese mutuo demonstrant. Sed prior magis.

26. [$1\frac{1}{2}$ Seiten 2°. Auf einer Hälfte beschrieben.]

Si motus ex medio in medium inaequalis resistentiae transeat, refringetur ex medio magis resistente in minus resistens à perpendiculari, in magis resistens ad perpendicularem.

Esto corpus B (in fig. 1) [39] incidens per medium $abhc$ in medium $bcel$, linea incidentiae $h\xi$, locus, à quo incidit h, linea incidentiae producta $h\xi dl$ momento postremo, quo corpus B est in solo medio $ahbc$, erit in loco incidentia ξu tangetque superficiem separationis bc in u. Initio penetrationis erit corpus B parte sui in priore, parte in posteriore. Cum autem initium penetrationis sit momentum, id est tempus, quovis dato, minus, etiam corpus spatiumque, quovis dato, minus considerandum est, momento enim seu initio motus corpus non potest progredi, nisi per spatium, quovis dato, minus. Cogitemus ergo corpus B esse punctum, quam u. Certè punctum est, quod per se considerari potest. Punctum ergo u saltem cogitemus penetrare momento dato. Manifestum est, punctum u in momento pene-

trationis in utroque simul medio esse, nam in altero esse desinit, in altero esse incipit simul. Divisum ergo intelligendum est in duas partes, quarum altera sit cis, altera trans lineam separationis et, quanto fortior impetus est penetrantis, tanto major pars ab initio statim penetrasse censenda est. Haec nunc, ne contradictioni obnoxia sint et clarius intelligantur, ab in expossibilibus ad quantitates expossibiles transferamus, contenti priora attulisse, ut intima rei aperiantur. Pro initio igitur seu momento penetrationis sumatur tempus determinatum pro puncto *u* corporis *B*. Mensura conatus penetrandi erit pars altitudinis corporis, quae tempore dato immensa cogitatur. Primum autem cogitetur, medium prius et posterius esse resistentiae ejusdem, sequetur tempore dato corporis *B* dimidiam partem *dq* penetrafse, dimidiam $d\delta$ extare. Ergo si resistentia medii posterioris major est, sequetur eodem tempore (initiali) penetrare partem altitudinis minorem *po*, extare majorem $p\pi$. contra si medii posterioris resistentia minor est, penetrabit eodem tempore pars major *ik*, extabit minor $i\sigma$. Hactenus initium seu punctum momentumque penetrationis spectavimus ac proinde corpus *B* in linea *hd* producta reliquimus. Nunc quae continuatio penetrationis eadem erit cum linea incidentiae productâ. Idem enim eveniet sive corpus *B* in ξ, sive in *d*, sive in ϱ locemus, cum linea separationis *bc* sit eo casu, ut medii prioris et posterioris inaequalia, nec nisi mente designetur ac proinde aequè per ϱ ac per ξ aut *d* ducta intelligi possit. Si verò corpus *B* locatum sit in situ $\pi\varrho o$, discrimen apparet. Quod ut appareat distinctius motum penetrationis in conatus suos resolvamus. Corpus positum in *d* tendit versus *l*. ergo mensuris conatuum *db*, *df*. Conatui in *df* resistitur a medio novo. Quantum ergo resistitur, tanto minus dato tempore intrat. Transferatur *o* in *q* et cogitetur partem de $q\delta$ intrare, quanta est *op*, extare, quanta est $p\pi$. Manifestum est primum, conatum in *df* etsi tardiorem seu impeditiorem, ob majorem novi medii resistentiam, indeclinatum tamen tendere ex *d* in *f*, nam totum extendit, ac proinde toti aequaliter resistitur. Conatum autem corporis *B* ex *d* in *b* vel, quod idem est, ex *p* in *d* est partim in medio magis, partim in

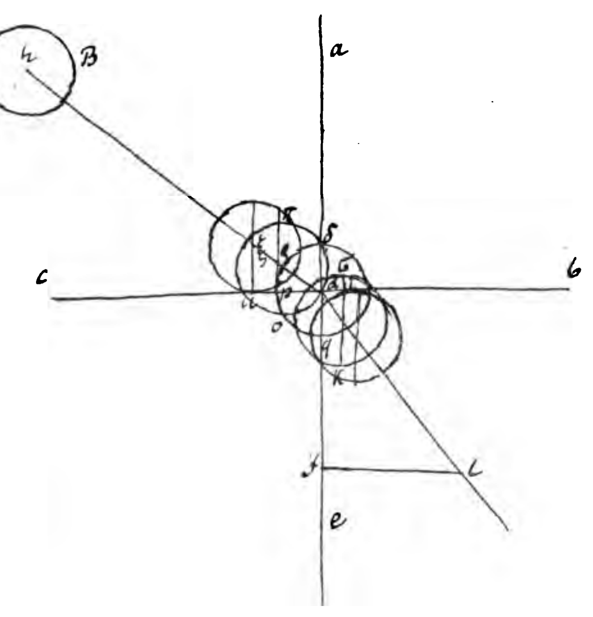


Fig. 39.
[Diese Figur fehlt im Manuskript. Ist hier nach dem Text entworfen.]

medio minus resistente. Et quanto minor eius pars est in medio minus resistente, tanto minus ei resistitur. Quanto major pars intravit, tanto resistitur magis. Ergo quanto minor pars intravit dimidiâ, tanto fortior est conatus db, quanto major dimidiâ, tanto debilior. Simul ergo et conatus db est fortior et conatus df debilior et contra idque proportione eadem. Sed ne hinc sequatur refractio duplicata, rursus detrahendum est aliquid: nimirum cum conatus d.

27. [$^1/_2$ Seite 2°. Schlecht geschrieben.]

Vera Ratio Refractionis ad perpendicularem hoc est: Omnis Motus à vi continuo supplemento reparata refringetur ad perpendicularem, quia omnis vis continuo supplemento reparata fortius agit in resistens, quam cedens. Ratio est, quia omnis vis supplemento reparata cedens non nisi semel impellit seu secum fert, at resistens plus semel impellit et procedens ictus ipsum impulit et sequens adhuc invenit. Pone, obstaculum aquae objici, id, si ab aqua statim superatur, feretur celeritate aquae ordinaria, nec motum accelerabit. At pone, aliquandiu aquae obsistere, tandem nova aqua continue se conglomerante ictusque multiplicante, vinci, quo facto aqua maximo impetu ipsum superatum tandem aufert. Haec ratio est etiam, cur ventus velocius navem ingentem debet ...[1]), quam levem ferat, et cur fortius pilam plumbeam, quam ligneam projicere possimus. Unde intelligi potest, ipsum motus pilae plumbeae initium physicum seu sensibile in partes quasdam dividendum esse, pilam primum resistere jactanti, hinc novo impetus conatum ipsi imprimi aliumque super alium, donec tandem motu multiplicato et quasi accelerato conatu moveri incipiat. Hinc etiam, si nucleum cerasi diutius inter digitos premimus, fortius exilit. Hinc etiam, si januam perrumpere conaris, perrumpis, sed tempore adhibito agis enim motu accelerato, ac si perrumpis, fortius perrumpis, quàm si initio perrupisses. Non ergo de Lumine tantum, sed in generale omni nisu continuato verum est, eum esse fortiorem in resistens, quàm statim cedens. Etsi fieri possit, ut ipsum resistens nimis resistat, ut ne continuato quidem nisu superetur aut non nisi parum ob conatum impressum a resistente aut statim aut mox superatum. Hinc aquae jam liquorum jactibus continuatis praestari possit, quod Luminis, ut scilicet refringeretur ad perpendicularem in medium licet densum, intrantes, si diutius continuentur. sed nullum est experimentum luculentius, quàm ipsius fluminis seu torrentis resistentiam fortius impellentis. Hoc ergo experimentum loco jactuum aquae exhibendum. At in quiete poterit hoc fieri etiam in nisu non reparato, qualis est corporis simpliciter in aliud corpus projecti, v. g. non manus tantùm aut arcus fortius projicient pilam plumbeam, quàm ligneam, seu et alia pila in eam propulsa. Sed sciendum est, hanc propulsionem pilae per aliam in eam propulsam fieri ob Elaterium. Haec enim instar chordae adductae tenditur, sed subitò se restituit, restituens sese pilam, in quam inciderat, impellit. Ergo pila secunda projicitur ab arcu aliquo tenso, arcus autem tensi nisus est continuè reparatus seu fortius insurgens contra resistens. Fortius ergo impellitur pila plumbea, quàm lignea ab alia in eam projecto. Navis vento opposito primum stat dubitabunda, tandem cedit ob ictus continuationem.

1) Unleserlich, wohl impellere.

28. [2 Blatt, 2° auf einer Hälfte beschrieben.]

De Refractione.

Willibrordi Snellii regulam Refractionis ex Manuscriptis tribus eius libris opticis apud filium visis refert Isaacus Vossius lib. de Luce Cap. 16.[1])

Sit vas parallelepipedum aquae plenum *AEIY*, oculus in *o* positus, rem in *E* sitam non videbit suo loco, sed altiorem velut in *g* et rem in *r* sitam velut in *l* et in *p* sitam velut in *q* idque ea conditione

ut radius verus *ae* *sr* *np*
ad apparentem *ag* *sl* *nq*

eandem servet rationem.

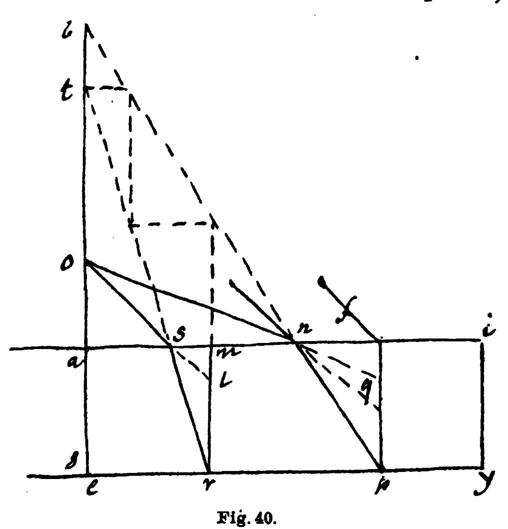


Fig. 40.

Hanc eius sententiam ex naturali aliqua causa deducere, difficile videtur, nam obstaculum medii densioris videri poterat debere corpus facile apparere potius remotius, quam propius debilitando radios, quasi ex longinquo venirent, et si dimensio sumenda in altitudine, cur ratio itinerum habetur. Neque enim apparet, cur eadem medii resistentia faciat rationem eandem radiorum. Si regula haec vera est, etiam pro medio *oai* continuando *rs* versus *t;* et *pn* versus *b*. Erit *so* ad *st*, ut *on* ad *nb*. sed hoc obiter.

Cartesius[2]) in dioptricis ita procedit. corpus vel lumen linea *AB* incidens in medium *CEG*, cuius superficies *CE*, in ipsam impingit secundum duas diversas determinationes *CB* et *HB* et quidem medium non opponitur directioni *CB*, sed directioni *HB*. Ponamus, resistentiam medii *CEG* esse duplam resistentiae prioris medii *AHB*. Utique perrumpendo linteum *CBE* (vel irrumpendo in medium *CEG*) perdit dimidiam suae velocitatis partem, atque adeò duplum temporis ei impendendum est, ut infra *B* ad aliquod punctum circumferentiae (verbi gratia *J* vel *D*) pertingat (nam cum linea *BJ* vel *BD* sit aequalis lineae *AB* et velocitas sit dimidia prioris, duplo tempore opus habebit ad ipsam lineam, qualis est *BJ* vel *BD*, percurrendam). Sed

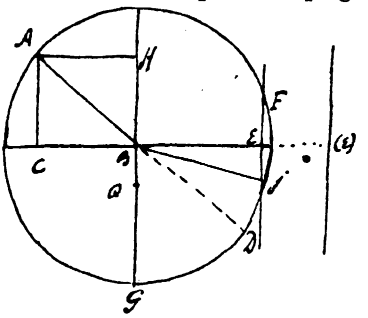


Fig. 41.

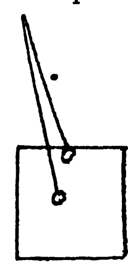
1) Der Titel heißt vollständig: De Lucis natura et proprietate. Das Buch erschien 1662 in 4° in Amsterdam.

2) Cartesii Dioptrice. Cap. II. § IV, woher Leibniz die zweite Figur genommen und die er zum Teil wörtlich anführt.

cum nihil ex dispositione, qua dextrorsum ferebatur, intereat, in duplo istius temporis, quo à linea *AC* pervenit in *HB*, duplum eiusdem itineris in eandem partem conficere debet eodemque momento, quo accedit ad circumferentiam infra *B*, etiam accedet ad punctum *E* posito *BE* esse duplum ipsius *CB* ac proinde, si per *E* ducatur parallela ipsi *AC*, nempe *FEJ*, erit radius BJ refractus quaesitus. Quodsi punctum *E* cadat extra diametrum seu circulum, ut in *(E)*, ita ut parallela per *E* ducta circulum secare non possit, impossibile est fieri refractionem et fiet reflexio perinde, ac si superficies *CE* fuisset solida.

Sic occurrunt nonnullae difficultates. Quamvis haec potissima est: si potentia, qua corpus vel radius tendit à *B* versus *C*, manet integra, sequitur tantum potentiam, quà tendit à *B* versus *G*, diminui, adeoque fieri duplo minor et itaque, quo tempore corpus percurrit *CB*, eodem percurret *BM*[1]) aequalem ipsi *BC*. Sed eodem tempore tantùm infra *B* usque ad *Q*, posito *BQ* esse dimidium ipsius *AC*, vel saltem quadratum ipsius *BQ* esse dimidium quadrati *AC*. Nam cum Cartesius ipse potentiam, quae tendit versus *E* conservavit integram, utique fatendum est illi, potentiam solam, qua corpus tendit versus *G*, diminui, nec proinde liberum est illi, diminuere postea potentiam seu dicere, corpus dimidia celeritate pervenire à *B* ad circumferentiam, qua venit à circumferentia ad *B*; nam ille motus ad circumferentiam vel à circumferentia jam conatum à *B* ad *E* in se continet. Nam verbi gratia conatus à *B* ad *J* componitur à conatu à *B* ad *E* et à conatu ab *E* ad *J*, quod si ergo totus conatus à *B* ad circumferentiam, *B* ad *J*, dimidius fit, etiam totus conatus à *A* ad *B* fit dimidius. Et quemadmodum conatus à circumferentia superiore ad centrum *B* composuerat ex uno parallelo, alteri perpendiculari ita conatus à centro ad circumferentiam inferiorem ex duobus his conatibus componere debebat.

Sed error sine dubio ortus est ab eius errore generali, quod separari possit determinatio à vi. Nam ita videtur sentire vim universam absolutè sumtam esse dimidiatam adeoque corpus dimidia celeritate ferri, sed vim respectivam, seu vim, qua tendit à *B* versus *E* conservari. sed quomodo vis respectiva conservari possit integra, si diminuatur vis absoluta, id equidem non capio. Nam vim respectivam considero, ut partem vis absolutae.


Fig. 42.

Praeterea non video, quomodo dicere possit, partem superficiei aquae certium facere angulum ad radium, si lumen in motu materiae subtilis consistit, cuius ratione profecto aqua, utrumque nobis plana videatur, innumeras habeat inaequalitates. Hinc colligo, lumen non posse esse seu usque adeò subtilem adeòque non posset à nobis percipi, quem angulum ad corpora à nobis aut natura sensibili polita habent. Certè enim, si materiam subtilem respiciens [!] more Cartesii, fortasse in paucissimis locis aquae, vel vitri superficies vera superficiei sensibili illi respondebit, quam nos imaginamur et supponimus, respondebit ob valles et monticulos innumerabiles. Unde sequitur luminis actionem in aliquo liquore valde facto crasso subsistere, cuius respectu montes illi et valles negligi possunt, et planitiem

1) Der Buchstabe M fehlt im Original der Figur, wohl weil er sich auch bei Cartesius nicht findet.

superficiei non impedire censentur, quemadmodum montes et valles non censentur impedire rotunditatem terrae. Et haec ratio demonstrat, mea sententia, impossibile esse, ut lumen sit actio primi elementi, sed videtur lumen esse actio liquoris cuiusdam, qui in comparatione nostra subtilis est, sed satis crassus et à primis principiis remotus est, adeoque et causa specialiore indiget.

Tertia est difficultas in Cartesii sententia, quod non explicat, quomodo lumen in medio rariore vel molliore majorem resistentiam inveniat. nam tametsi dicat, parietes pororum corporis mollis magnam impetus partem intercipere, tamen non apparet, quomodo id pertineat ad extimam superficiem, cum ea differentia non in superficie, sed in ipso corpore sentiri tantùm possit.

Quarta est, etsi ponamus, in vim luminis a resistentia diminuti parere refractionem à perpendiculari, non tamen apparet, quomodo postea iterum vim amissam recipiat, cum denuò corpore refringente egreditur.

Itaque concludo sententiam Cartesii de refractione non esse demonstratam. Contra ponamus, servari conatum perpendicularem tantum nimium, seu corpus eodem tempore, quo percurrit latitudinem BM (aequalem ipsi CB) descendere de B in Q, ita ut BQ sit in certa ratione ad AC, sequitur refractiones non sinibus BE, sed sinibus versis esse mensurandis, sinibus rectis manentibus iisdem. In nova figura ex puncto A (verbi gratia $1\,A$, $2\,A$, $3\,A$) radius incidit in B. inde refringitur in E. ponamus, sinum CB ante refractionem aequari sinui post refractionem, erit sinus anguli complementi DE dimidius sinus complementi AC. Verum, si

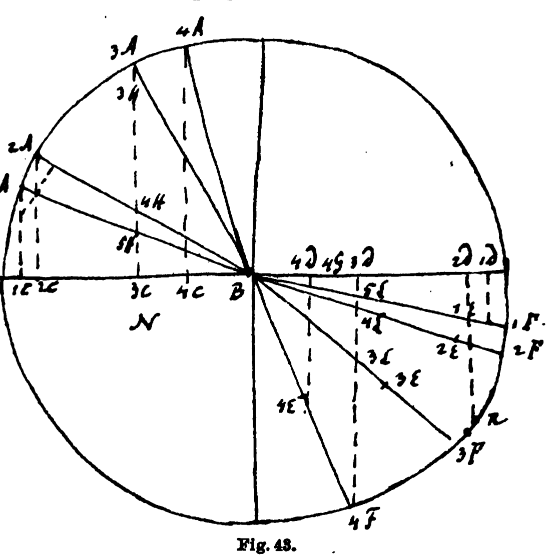


Fig. 48.

ad circumferentiam usque producantur radii refracti BE, nempe usque ad F, patet eandem sinuum versorum rationem, seu rationes AC ad FG constantem non manere. Videamus, quae sit curva transiens per puncta E, si per puncta F transeat circulus. item videamus, quae fit ratio AC ad FG. Sit BC aeq. x, AB aeq. a et AC ergo $\sqrt{a^2-x^2}$, erit BD etiam x et DE aeq. $\frac{m}{n}\sqrt{a^2-x^2}$. Ergo curva $1\,E$, $2\,E$, $3\,E$ etc. erit Ellipsis, qualis esset, quae transeat per puncta, rectas AC in constanti rationi secantia,

$$\text{et } BE \text{ erit } \sqrt{x^2 - \frac{m^2}{n^2}a^2 - \frac{m^2}{n^2}x^2}\ ^{1)}$$

$$\text{ergo } \frac{FG}{DE} \sqcap \frac{a}{BE} \text{ seu } FG \text{ aeq. } \frac{a \cdot DE}{BE.}$$

1) Die Formeln sind neben den Text geschrieben.

Quemadmodum autem hypothesi nostra puncta radiantia in circulum cadentia servata constante ratione refringuntur non in circulum, sed in Ellipsin. ita contra, si linea recta utamur, refringentur in lineam rectam. itaque nostra Hypothesis simplicius enuntiari potest assumta linea recta. Sint enim puncta radientia *H* in recta *HN* perpendiculari ad refringentem superficiem *CBD* et ponantur, omnia puncta refringi in rectam priori parallelam *LM* seu notantur puncta *L*, quibus radii *HB* refracti in *BL* secant rectam *LM*, manifestum est ex prioribus, sinuum *LM* ad sinus *NH* respondentes fore rationem constantem, seu ita esse 3 *HN* ad 3 *LM*, ut 2 *HN* ad 2 *LM*. Sed videntur, an per progressum experimenti *HN* ad *LF* inveniri.[1]) Notabiliter differt certè à Cartesiana nostra hypothesis, ex Cartesiana radius 2 *AB* refringitur in *BR*, ex nostra in 3 *F*.

29. [4 Seiten 4°.]

xbri 1677.

Cartesius refractionem et reflexionem explicat comparatione pilae. Missa nunc sanè reflexione, quae sic satis commodè per pilam explicari potest, modo alia tamen accedant. Ostendam, Cartesium nullo modo refractionem explicuisse. Constat radium lucis *AB* in medium densius illapsum refringi ad perpendicularem in *BC* atque ibi rursus ingressum restitui in viam *CD*, parallelam priori *AB*, modo scilicet plana refringentia sint parallela. Hoc ille ita explicat pro radio lucis. sumamus pilam *B*, quae in Tabula polita *BC* decurrens occurrit alteri *CD* tapete instratae, ubi difficilior paulo motus fit, adeoque pergens in ea per rectam *CD* ob majus obstaculum à perpendiculari nonnihil declinat. Eodem modo ponendo radium facilius in vitro, ut *BC*, quàm in aëre, ut *CD* progredi. vitrum tabulae politae, aërque tabulae tapete instratae locum habebit adeoque radius exiens ex vitro in aërem à perpendiculari declinabit. Plausibile hoc est et plerisque satisfecit, sed non mihi, cum enim variis de refractione olim tentatis Hypothesibus vidissem, plerasque ex eo refutavi, quod in nonnullis daretur, regressus seu conversio, constitui idem experiri in Cartesiana, et sanè comperi non satisfacere, quod ita ostendo. Verum est, pilam recta *BC* venientem intelligi posse motum composita directione ex perpendiculari ad planum refringens in *C* et horizontali ad hoc planum parallela et motu parallelo salvo minùs per resistentiam solum perpendicularem patet unde fieri refractionem à perpendiculari. Sed si pila in medio difficiliori *CD* pergens, tandem rursus priori nempe faciliori, accurate tunc non recuperabit amissam directionis perpendicularis celeritatem, sola enim medii facilitas celeritatem non auget. Ponamus enim, pilam tormento excussam perforare maceriam inque ea virium partem amittere, utique eas ingressu in aërem non temperabit. Quod tamen necesse esset, nam manente semper motu horizontali debeat intentio perpendicularis, ut fiat refractio ad perpendicularem. quae, cum ita sint, certum est, Cartesium veram refractionis causam non reddidisse.

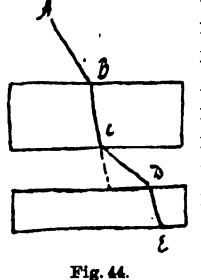


Fig. 44.

1) Sehr undeutlich geschrieben, so daß es sehr schwer war, eine einigen Sinn gebende Konjektur zu machen.

Ptolemaeus et Heron aliique veteres alio usi sunt principio facillimo scilicet via, qua scilicet radiatio à dato puncto ad datum punctum pervenire potuit. nempe à puncto A radius à superficie BD reflexus pervenit in C, quaeritur, qua via seu qualenam sit punctum B . . . est quaestio quasi per algebram sive modus quaerendi inversus, alioqui enim directè procedendo et posito radio AB, quantum punctum B debere sumi tale, ut recta $AB + BC$ aggregatum sit aliorum quorumlibet aggregatorum, ut $AD + DC$ (alio scilicet quolibet puncto D sumto) minimum. Quod facile ostenditur fieri, si anguli ABE et CBD sint aequales.

Fig. 45.

Idque aliquando ita explicabam[1]): fingamus in puncto B esse aërem compressum, eumque subito laxari conabitur in omnes partes et ita etiam ab A versus C, per B vel D. reperiendo ex variis autem nisibus ille demum effectum suum sortietur, quo omnia fiunt facillimo modo, id est quo ictus facillime perveniet in C. Verum quod Ptolemaeo objectum est, id etiam huic ratiocinationi objici potest, nimirum in concavo sphaerico ponendo, quod reflexio fiat, angulis aequalibus ad tangentem non fore aggregatum omnium possibilium ex directo et reflexo ab A ad C compositorum minimum. Et paralogismus in eo erat, quod improprie dicimus, ex omnibus nisibus eligi, commodissimum sortiri effectum; nam ipse nisus jam est aliquis effectus.

Quaerendus est ergo modus explicandi, ita ut appareat tangentis tantùm habendam rationem. ponamus ergo punctum quidem C esse sic satis à B remotum, sed punctum A propemodum ei incumbere seu rectam AB esse, quantum satis est, parvam, patet objectionem cessaturam, poterit enim referri ad tangentem tantùm. Imo enim in finem etiam C ipsi B, quantum satis est, admovere possumus.

Sunt autem ista non in punctis remotis, sed in ipso contactu et nisu aestimanda, ac proinde in punctis, quantùm satis est, propinquis, ut pro punctis infinitè parvam habentibus distantiam seu plane incumbentibus sumi possit, id est, ut idem proveniat, utrumque minora assumantur. Natura ergo suspensa nisus suos non alio exercet modo, quàm quo quam minimum immutatur, seu quo quam minimum amittitur virium, id est facillimo. Eamque ratiocinationem pariter ratiocinationi[2]) et refractioni applicari posse patet. In pila autem locum cur non habeat, quod hic in refractione ostendimus. haec ratio est, quod hic quasi infiniti sunt nisus, inter se invicem luctantes optimamque eligentes operandi rationem, nempe radiationes ab eodem puncto ad alia varia aeque remota. At pila, cum ipsa pereat, nec his de nisibus sermo sit, non quaeritur, à quo venerit puncto, sed in quo nunc sit, quoque celeritate ex directione pergat ire. At de virium propagatione agitur sive diffusione cuiusdam liquidi, alia ratio

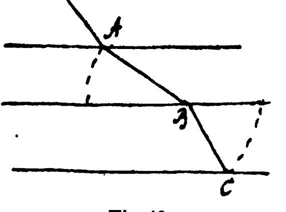


Fig. 46.

1) In: Cartesii explicatio Refractionis. Nr. 24.
2) Wohl Schreibfehler für reflexioni.

esse videtur. Nam alii omnes radii ab aliis punctis venientes ad idem punctum et ex hoc exituri cogent nos tandem tale quippiam eligere, ut effectus sit similis causae, in plano, seu cum similiter se habet ad planum, sed hoc paulo obscurius.

Cum pila movetur privato motu, non est quaestio de via facillima, sed determinata, hoc loco determinatio sumitur non ex privato, sed publico; item quia hoc non motus, sed conatus sive impulsus ratio habetur.

Illud certum est, si pila venit ex *A* in *C*, via non facillima, seu utique aliquando elegit, quod non erat commodissimum; quod non est mirum, quia non poterat providere obstacula, quae ponenda essent, pila ergo recta fertur ad aliquod punctum. ideo cum pila ad aquae superficiem venit, in ipsam aquam agit plus minusve pro modo obliquitatis, ut solent omnes ictus. Unde si nimia est obliquitas, potius repellitur, quam penetrat. Et hinc res, ni fallor, manifesta est, sed in actionibus publicis seu in nisibus omnia sunt recipienda, fitque ut commodissima ratio eligatur. Sed hic tamen rursus difficultas est, nam reapse non semper in lumine eligitur commodissima, ut in concavo.[1])

Lumen sit vis quaedam, quam corpus illuminatum recipit. Corpus quo magis illuminatur extensivè, hoc minus illuminatur intensivè. Id est, quo plures partes impressionem luminis recipiunt, hoc minor est impressio in singulis.

Nam eadem vis in plura subjecta distributa in singulis fit debilior. Quod in motu manifestum sit, nam si corpus aliquod in plura corpora impingat, debilior est motus in singulis, etsi vis sit eadem.

Ponamus esse corpora *A*, et alia his multo minora atque ideo arctius ac plus molis in pari spatio continentia *B*, denique alia *C*, ipsis corporibus *A* similia. Percutiatur materia *A* ictu *EFG*, qui in *G* occurrens materiae *B* vim imprimet suam; sed quia majorem eam imprimit moli, ideò debilior erit impetus in singulis partibus, adeoque ictus perpendicularis

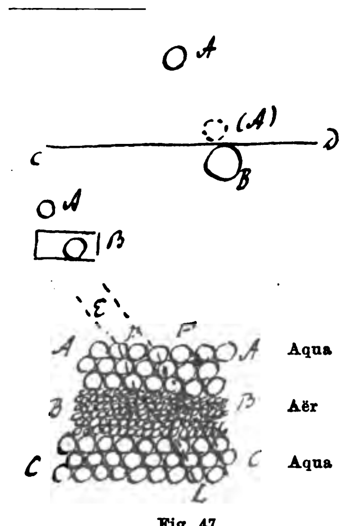


Fig. 47.

1) Hier ist an den Rand das Folgende mit anderer Tinte und kleinerer Schrift geschrieben, also wohl als ein späterer Zusatz zu betrachten: Si hoc ratio locum satis non habet, habebit ista:

A impigit in superficiem *CD*, trans quam est corpus *B*. quaeritur, qua linea eat *B*. Si corpus *A* impingat in corpus *B* ictu non centrum *B* tendente, sed obliqua, quid fiet?

Volubile hic modo, quod refractio sit pro gradibus illuminabilitatis. Nam etsi aër minus densior aqua, vix illuminabilitas ut 2 ad 3. Ita ergo refractio.

Non procedebat in corporibus Rectis sine globulis, non aequare.

debilitabitur salvo conatu horizontali, huic enim, ut ex natura ictus notum est, soli resistitur. Unde oritur refractio à perpendiculari. Contra ictus GH in H occurrens materiae C, majores adeoque minus spatium implentes globos habenti, minori moli communicabitur adeoque majorem imprimit ipsis celeritatem, eam scilicet, quae erat in materia A; unde HL et EF parallelae. Quae omnia pulcherrimè ad lumen quadrant. Ut enim plus est in B materiae, ictum recipientis, ita plus est in aëre materiae illuminabilis. Utque in B salva vi in toto minuitur impressio perpendicularis in singulis partibus, ita in aëre eodem manente lumine, singuli tamen radii retunduntur, sed ad perpendicularem refringuntur. Restitutio autem fit ad eundem angulum, si aërem B rursus excipiat aqua C etce. Porro et in perpendiculari radio in medium illuminabilius intrante necessario aliqua fit diffractio seu disgregatio et contra congregatio, si in minus illuminabile medium intretur. Unde opinor, colorum origo est. Experimenta optime fient in plano ope lapillorum rotundorum ac planorum, quales in alea vulgò adhibentur. Ubi majores minoribus interponi et experimenta jucunda institui possunt. Hoc modo in terminis experientur.[1])

30. [1 Blatt 2°.]

Decembr. 1681.

Sit radius AC, ex medio DC transiens in medium CE. sitque densitas illius ad hujus, ut d ad e. quaeritur, quo duci debeat radius ACB, ut via omnium facillima, seu ut sit $AC\frown d + CB\frown e$ minimum. Sit DC, l, et EC, m. datur et FG, f, sit AD seu FC, x; erit CG seu $EB, f - x$. ergo $AC\ \sqrt{ll + xx}$ et CB ergo

$$\sqrt{m^2 + ff + xx - 2fx}$$

fiet $d\ \sqrt{ll+xx} + e\ \sqrt{m^2 + ff + xx - 2fx}$ aequ minimo.

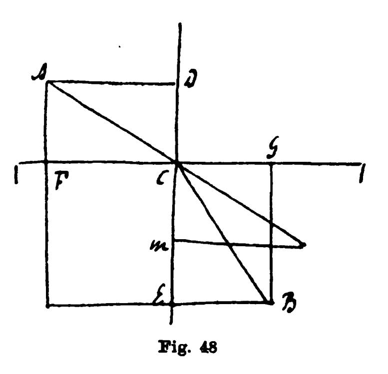


Fig. 48

Ergo per methodum tangentium meam fiat:

$$\frac{2dx}{\sqrt{ll+xx}\sqcap AC} + \frac{2ex - 2ef}{\sqrt{m^2 + ff + xx + 2fx}\sqcap BC} \text{ aequ } 0.$$

seu fiet $\dfrac{AC}{BC}$ aeq. $\dfrac{dx}{ef - x}\cdot$ ponamus jam AC et BC aequales, fiet: $f - x$ ad x, ut d ad e. Ergo, si centro C radio CA vel CB describatur circulus, erit AD seu x, sinus anguli incidentiae, ad BE seu $f - x$, sinum anguli refractionis, ut e, densitas medii refractionis ad d, densitatem medii incidentiae, sive erunt sinûs angulorum in reciproca ratione mediorum seu densitatum.

1) Der letzte Satz ist mit anderer Tinte geschrieben, also wohl späterer Zusatz.

31. [1½ Seiten 2°. Die erste enthält das unvollendete Konzept einer Rechnung, die zweite das Folgende:]

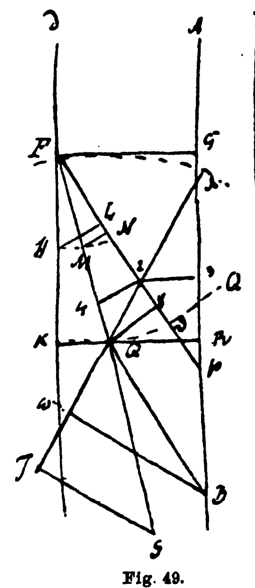


Fig. 49.

Data curva FF invenire curvam QQ talem, ut omnes radii, qui paralleli incidunt in FF, ut DF, inde refringantur in punctum B.

Per punctum B ducatur recta radiis DF parallela, nempe BG et ex puncto datae curvae F ad eam ducatur perpendicularis. erit BG abscissa, FG ordinata, illa appelletur x, haec y, et cum datur curvae natura, dabitur et relatio inter x et y. Sit FP perpendicularis ad curvam, axi occurrens in P. dabitur et GP (per methodum inveniendi tangentes curvae datae), nempe $FG : GP :: d\bar{x} : d\bar{y}$. Jam radius DF ipsi BG parallelus non perget versus H in linea recta, sed intrans in vitrum refringetur in FM versus perpendicularem FP, ita ut, si centro F radio FH aequ. C, describatur circulus secans FM in M et ex punctis H, M in FP ducantur perpendiculares HL, MN, data sit ratio $HL : MN :: d : e$ secundum quantitatem refractionis vitri. Quia FH parallela GP, erit triang. FLH simile triangulo PGF et

$PG : GF : PF :: d\bar{y} : d\bar{x} : d\bar{\omega}$ (posito $d\bar{\omega} \sqcap \sqrt{d\bar{x}^2 + d\bar{y}^2}$) $:: FL : HL : FH$ et FH aequ. c, fiet $FL \sqcap \frac{c\,d\bar{y}}{d\bar{\omega}}$, $HL = \frac{c\,d\bar{x}}{d\bar{\omega}}$. jam $MN \sqcap \frac{HL \cdot e}{d}$, ergo

$$MN \sqcap \frac{ce \cdot d\bar{x}}{d \cdot d\bar{\omega}} \text{ et } FN^2 \sqcap FM^2 - MN^2,$$

ergo

$$FN \sqcap \frac{\sqrt{c^2 - c^2 e^2 d\bar{x}^2}}{d^2 \cdot d\bar{\omega}^2} = \frac{c}{d \cdot d\bar{\omega}} \sqrt{d^2 \cdot d\bar{\omega}^2 - e^2\, d\bar{x}^2}.$$

Porro FM radius refractus continuatusque occurrat curvae QQ in puncto Q. porro ex suppositis punctis RQ calculo habetur FQ. Sit enim $BR \sqcap z$, $QR \sqcap v$, jam $FK^2 + KQ^2 \sqcap FQ^2$ et $FK \sqcap GR \sqcap BG - BR \sqcap x - z$ et $KQ \sqcap GF - QR \sqcap y - v$. fiet $FQ \sqcap \sqrt{\boxed{2}\,\overline{x - z} + \boxed{2}\,\overline{y - v}}$. Ex puncto Q in ipsum FP ducatur perpendicularis $Q\gamma$. eritque

$$FM : MN^{1)} :: FQ : Q\gamma :: d\, d\bar{\omega} : e \cdot d\bar{x}.$$

Ergo

$$Q\gamma \sqcap \frac{\sqrt{\boxed{2}\,\overline{x-z} + \boxed{2}\,\overline{y-v}}\; e \cdot d\bar{x}}{d \cdot d\bar{\omega}}.$$

$$\text{jam } Q\gamma : Q\vartheta :: PR : P\vartheta :: FG : PF :: d\bar{y} : d\bar{\omega}.$$

---

1) Unter FM ist c, unter MN $\frac{ce \cdot d\bar{x}}{d \cdot d\bar{\omega}}$ geschrieben.

Ergo

$$Q\vartheta \sqcap \frac{\sqrt{\boxed{2}\,\overline{x-z}+\boxed{2}\,\overline{y-v}}\; e\cdot d\bar{x}}{d\cdot d\bar{y}}$$

Porro $F\vartheta : FK :: P\vartheta : PR :: d\bar{\varpi} : d\bar{y}$.

Ergo

$$F\vartheta \sqcap \left(\overline{FK}\right)\frac{\overline{x-z}\,d\bar{\varpi}}{d\bar{y}},$$

rursus

$$F\vartheta \sqcap \sqrt{\overline{FK}^2+\overline{K\vartheta}^2} \sqcap \sqrt{\boxed{2}\,\overline{x-z}+\boxed{2}\,\overline{y-v}\frown\overline{1+\frac{e^2\cdot d\bar{x}^2}{d^2\cdot d\bar{y}^2}}+\frac{2\,\overline{v-y}\sqrt{\boxed{2}\,\overline{x-z}+\boxed{2}\,\overline{y-v}}\;e\,d\bar{x}}{d\cdot d\bar{\varpi}}}$$

quos duos valores aequando et pro $d\bar{\varpi}^2$ ponendo $d\bar{x}^2+d\bar{y}^2$ fiet:

$$\boxed{2}\,\overline{x-z}-\frac{d\bar{x}^2+d\bar{y}^2}{d\bar{y}^2} \sqcap \boxed{2}\,\overline{x-z}+\boxed{2}\,\overline{y-v}\frown\overline{1+\frac{e^2\cdot d\bar{x}^2}{d^2\cdot d\bar{y}^2}}+\frac{2\,\overline{y-v}\sqrt{\boxed{2}\,\overline{x-z}+\boxed{2}\,\overline{y-v}}\;e\,d\bar{x}}{d\cdot d\bar{\varpi}}$$

$$\text{vel}\quad \boxed{2}\,\overline{x-z}\,\frac{d\bar{x}^2}{d\bar{y}^2}\frown\overline{1-\frac{e^2}{d^2}} \sqcap \boxed{2}\,\overline{y-v}\frown 1+\frac{e^2\,d\bar{x}^2}{d^2\,d\bar{y}^2}+\cdots$$

Haec aequatio nihil difficile involvit.

Quod si jam aequatio accedat, quae relationem exprimit inter x et y, item inter $d\bar{y}$ et $d\bar{x}$, ea tolli possunt $d\bar{x}$, $d\bar{y}$, item alterutra harum duarum x et y. igitur una adhuc aequatione opus est, qua tollatur et altera, ut scilicet tantùm restent z et v. Hanc novam ita porro pergendo inveniemus: Radius FQ ipsi curvae occurrens inde non pergit in QS recta linea, sed ibi ex vitro in aërem egreditur adeoque refringitur à perpendiculari $\lambda Q\bar{\varpi}$ in QB occurrens tandem puncto dato B. sumatur QS aeq. QB et ex punctis S, B in ipsam perpendicularem curvae QQ, nempe $\lambda Q\bar{\varpi}T$, ducantur perpendiculares $B\bar{\varpi}$, ST. Et quidem $B\bar{\varpi}$ bis inveniri potest, primum ex eo, quod semper in curva supposita, ut data perpendicularis ex puncto dato ad curvae perpendicula (seu tangenti curvae parallela) duci potest. Sed eadem $B\bar{\varpi}$ etiam ex eo habetur, quod ratio eius ad ST data est. Primum itaque $B\bar{\varpi}$ quaeramus communi methodo ex curvâ.

$$d\bar{\psi}^2 \sqcap d\bar{z}^2+d\bar{v}^2$$

fiet $d\bar{v} : d\bar{z} : d\bar{\psi} :: \lambda\bar{\varpi} : \bar{\varpi}B : \lambda B$ datur autem $AB \sqcap AR+RB$

$$\lambda R \sqcap \frac{v\,d\bar{v}}{d\bar{z}},\quad RB \sqcap z,\ \text{fiet}\ \lambda B \sqcap z+v\frac{d\bar{v}}{d\bar{z}}$$

$$\text{et}\ B\bar{\varpi} \sqcap v\,\overline{1+\frac{d\bar{v}}{d\bar{z}}},\frown\frac{d\bar{z}}{d\bar{\psi}} \sqcap v,\frac{d\bar{z}+d\bar{v}}{d\bar{\psi}}\ ^{1)}$$

---

1) Hier ist am Rande zugesetzt:

$B\bar{\varpi} \sqcap v,\dfrac{d\bar{z}+d\bar{v}}{d\bar{\psi}}$, quod notabile. v est autem perpendicularis x, adhuc melius, si tangentem aliter sumemus, nempe QB vocando W et circulationem circa centrum vocemus $d\bar{c}$, fiet $d\bar{\varpi} : d\bar{c} : d\bar{\psi} :: QN : \bar{\varpi}N : Q\bar{\varpi} :: Q\bar{\varpi} : \bar{\varpi}B : QB$.

$$\text{Ergo}\ B\bar{\varpi} \sqcap \frac{QB\,d\bar{c}}{d\bar{\psi}}\cdot\quad \text{Ergo quod notabile}\ v\,\overline{d\bar{z}+d\bar{v}} \sqcap 2B\,d\bar{c}\ \text{seu}$$

$$dc \sqcap \frac{d\bar{z}+d\bar{v}}{\sqrt{d\bar{z}^2+d\bar{v}^2}},\quad \frac{v}{\sqrt{z^2+v^2}};\quad d\bar{z}^2+d\bar{v}^2 \sqcap d\bar{c}^2+d\bar{\varpi}^2;\quad \omega \sqcap \sqrt{z^2+v^2}$$

Ut autem $B\bar{\omega}$ adhuc semel nanciscimur, quaerenda est ST. Quod ita fiet: Ex puncto 2, ubi se secant FP, $Q\lambda$ (productae, si opus, ducantur) in axem BG perpendicularis 23

$$p3 : 32 :: d\bar{y} : d\bar{x};\ 3p \sqcap \frac{32, d\bar{y}}{d\bar{x}},\ 3\lambda : 32 :: d\bar{v} : d\bar{x}.$$

Ergo

$$3\lambda \sqcap \frac{32, d\bar{v}}{d\bar{z}} \text{ jam } 3\lambda + 3p \sqcap \lambda R + RP \text{ et } RP \sqcap GP - GR \text{ et } GR \sqcap x - z$$

ergo

$$\lambda 3 + 3p \sqcap \lambda R + GP - x + z \text{ sive } 3\lambda + 3P^{1)} \sqcap \frac{v\,d\bar{\omega}}{d\bar{z}} + \frac{d\bar{y}}{d\bar{x}} - x + z.$$

Ergo

$$32 \sqcap v + y - \frac{-x+z}{\frac{d\bar{v}}{d\bar{z}} + \frac{d\bar{y}}{d\bar{x}}} \qquad 3\lambda \sqcap v + y - \frac{x+z}{\frac{d\bar{v}}{d\bar{z}} + \frac{d\bar{y}}{d\bar{x}}} \frac{d\bar{v}}{d\bar{z}}$$

$$3R \sqcap \lambda R (-3\lambda) - \cdots\cdots$$

$$\frac{v\,d\bar{v}}{d\bar{z}}$$

$$2Q : 3R :: d\bar{\psi} : d\bar{v}. \quad \text{Ergo } 2Q \sqcap \frac{\overline{(v\,d\bar{\psi} - v\,d\bar{\psi})} - y\,dy}{} + \frac{+x-z}{\frac{d\bar{v}}{dz} + \frac{d\bar{y}}{d\bar{x}}} d\bar{\psi}.^{2)}$$

Ex puncto 2 ducatur ad FD perpend. $\overline{24}$.

$$\text{jam } 2F : Fp :: 3G^{3)} : Gp \quad \text{fiet } 2F \sqcap \frac{d\bar{x}\,d\bar{\psi} \cdot v}{d\bar{x}^2} - \left(\frac{y\,d\bar{y}}{d\bar{x}}\right) - v\left(-\frac{y\,d\bar{y}}{d\bar{x}}\right) + \frac{x-z}{\frac{d\bar{x}}{d\bar{z}} + \frac{d\bar{y}}{d\bar{x}}}$$

$24 : 2F :: MN : FN.$[4]) ita habetur 24. Habita 24 et $2Q$ habetur et ratio $QS(\sqcap QB)$ ad ST, adeoque et ST, ergo et $B\bar{\omega}$ adhuc semel. Calculus talis erit

$$24 \sqcap \frac{\frac{c\,e\,d\bar{x}}{d\,d\bar{\omega}}}{\frac{c}{d\,d\bar{\omega}}\sqrt{d^2 d\bar{\omega}^2 - e^2 d\bar{x}}},\quad \frac{d\bar{y}\,d\bar{\psi}\,v}{d\bar{x}^2},\quad -v + \frac{x-z}{\frac{d\bar{v}}{d\bar{z}} + \frac{d\bar{y}}{d\bar{x}}}.$$

---

1) Unter 3λ ist gesetzt: $32\frac{d\bar{v}}{dz}$, unter $3P$ steht $\frac{32\,d\bar{y}}{d\bar{x}}$.

2) Am Rande daneben geschrieben: $\frac{FP}{p} \sqcap \frac{d\bar{\psi}}{d\bar{v}}$

$$FR \sqcap \frac{d\psi, v\,d\bar{v}}{d\bar{v} \cdot d\bar{x}}$$

3) Darunter ist geschrieben: $\overbrace{GP - 3P}$

$$\underbrace{} \\ -32\frac{d\bar{y}}{d\bar{x}}.$$

4) Unter FN hat Leibniz c gesetzt.

Jam $24 : 2Q :: ST : QS$ ob triangula $Q42$, QTS similia

itaque $ST \sqcap \frac{QS, 24}{2Q}$ $QS \sqcap QB \sqcap \sqrt{z^2 + v^2}$

et $B\overline{\omega} : ST :: HL : MN :: d : e.$ Ergo $B\overline{\omega} \sqcap \frac{QS, 24, d}{2Q, e}$

$$\text{Ergo } B\overline{\omega} \sqcap \frac{\frac{d\sqrt{z^2+v^2},\ e\,d\overline{x}}{e\sqrt{d^2 d\overline{\omega}^2 - e^2 d\overline{x}^2}},\ \frac{d\overline{z}\,d\overline{y}\,(d\overline{\psi})(\overline{v})}{d\overline{x}^2}\ \overline{-v + \frac{x-z}{\frac{d\overline{v}}{d\overline{z}} + \frac{d\overline{y}}{d\overline{x}}}}}{-y\,(d\overline{\psi}) + \frac{x-z}{\frac{d\overline{v}}{d\overline{z}} + \frac{d\overline{y}}{d\overline{p}}}\,(d\overline{\psi})} \sqcap .$$ [1])

Melius rem ita instituemus, si curva FF existente data et sumta QQ qualicunque sumtoque in axe AG puncto fixo A positoque radium axi occurrere in B, quaeratur calculo AB, ex datis x, y, v, z. expliceturque relatio inter v et z. ita ut evanescant omnes indeterminatae, fiet recta AB constans; et solutum erit problema.

32. [2 Seiten 2°. Die Innenseiten eines Bogens sind gänzlich beschrieben, die Außenseiten sind es auch, doch ist das auf ihnen Befindliche wieder durchgestrichen. Die vordere Außenseite trägt quergestellt die Aufschrift.]

Calculus Dioptricus. Novembris 1679.

Ut calculum dioptricum complectamur, quem postea facile sit accommodare cuivis casui et repetere pro multitudine refringentium; sit radius quicunque DF occurrens curvae FF, sit axis curvae AG, in qua punctum fixum A, et FG ordinata ex puncto curvae F ad axem perpendicularis. Linea radii DF continuetur recta, donec axi occurrat in H, radius autem ipse DF refringatur in F (H), ita ut axi occurrat in (H), jam centro F radio FH desiniatur arcus circuli FH secans ipsam F (H) productam, si opus est, in M. ex punctis H, M demittantur in FP, curvae perpendicularem[2]) (productam si opus) perpendiculares HL, MN, quae erunt inter se in data ratione refractiones vitrorum metiente, nempe b ad c. tam ut longitudinem linearum omnium calculo exprimamus, considerandum est, dari curvam F adeoque relationem ordinatarum FG, quas vocabimus y, ad abscissas AG, quas vocabimus x. posito curvam esse analyticam. Ex puncto curvae F ducta intelligatur curvae vel eius tangenti perpendicularis FP axi occurrens in P. manifestum est, dari et ipsas GP et FP ex datis x vel y per methodum tangentium notam. Vocemus FP, s et GP, p rursus, quia positione data radius

1) Daneben ist geschrieben:

$$(\overline{v})\ \frac{d\overline{z} + d\overline{v}}{d\overline{\psi}} \sqcap \frac{\sqrt{dz^2 + d\overline{v}^2 + 2\,d\overline{z}\,d\overline{v}}}{d\overline{z}^2 + d\overline{v}^2} \sqcap 1 + \frac{2\,d\overline{z}\,d\overline{v}}{d\overline{z}^2 + d\overline{v}^2}.$$

2) Die Worte curvae perpendicularem sind späterer Zusatz.

DF, sive sit axi parallelus aut aliis radiis, sive sit aliis radiis convergens aut divergens, sive sit quomodocunque ab alia forte curva refractus; dabitur punctum concursus ad axem *H*, seu recta *AH*, dabitur et inclinatio eius ad axem seu ratio *HG* ad *GF*, quae sit d ad e. Sit $AH \sqcap h$, erit $GH \sqcap x + h \sqcap g$ et $HG : GF$ seu $x + h : y :: d : e$, seu fiet $g : y :: d : e$, seu $ge \sqcap yd$, seu $xe + he \sqcap yd$. Cumque valor ipsius y datur adhuc semel ex natura curvae, hinc sublata y habetur valor ipsius x, adeoque et ipsius y, seu determinatur punctum *F* ex datis positione punctis *A*, *H* in axe et linea recta *DF*, curva *FF*.

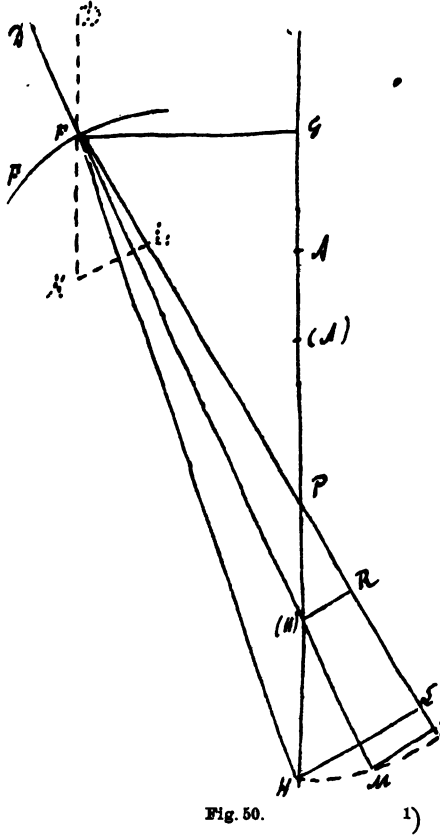


Fig. 50. [1]

Quaerendum jam est punctum (*H*), in quo radius refractus *FM* axi occurrit, quod postea serviet ad inveniendum punctum, quo radius *FM* occurrit alteri curvae *QQ*, quemadmodum serviet punctum *H* ad inveniendum punctum *F*, quo radius *DF* occurrit curvae *FF*. punctum autem (*H*) ita inveniemus: Hoc punctum est intersectio rectarum *FM* et *GH*. Ergo quaerenda recta, ad quam referri possint (cognito modo) tam omnia puncta rectae *FM*, quam omnia puncta rectae *GM*. Haec recta communis est *FP*. Ergo ex punctis (*H*) demissa intelligatur perpendicularis in *FP*, quae sit (*H*) *R* ob

1) Neben und unter die Figur ist geschrieben:

$$AG, x \sqcap \frac{d}{e} y - h; \qquad FG, y; \qquad GP, p$$
$$FP, s \sqcap \sqrt{y^2 + p^2}; \quad AH = h; \quad GH \sqcap x + h \sqcap g$$
$$\left.\begin{matrix} FH \\ FM \end{matrix}\right\} f \sqcap \sqrt{y^2 + g^2} \sqcap \sqrt{y^2 + x^2 + h^2 + 2xh}$$
$$HG : GF :: d : e :: g : y$$
$$HL : MN :: b : c$$
$$GH, g - p \sqcap l$$
$$(A)(H) \sqcap (h) \sqcap A(H) - A(A); \quad A(A) \sqcap a$$
$$x + (h) \sqcap (\vartheta); \qquad (H)G : GF :: (d) : (e) :: (g) : y$$
$$a - p \sqcap q; \qquad r^6 \sqcap y^2 + x^2 b^2 s^2 - q^2 c^2 y^2$$

H est punctum in axe, ad quod tingitur radius primus ante refractionem.
(*H*) est punctum in axe, ad quod dirigitur radius primus refractus.
((*H*)) est punctum in axe, ad quod dirigitur radius per secundam refractionem.
(((*H*))) est punctum in axe, ad quod dirigitur radius per tertiam refractionem. Et ita pono.

triangula similia $FR\ (H)$ et FNM, item ob triangula similia PGF et $PR\ (H)$ fiet $FR : R\ (H) :: FN : NM$ et $R\ (H) \sqcap \frac{FR \cdot NM}{FN} \sqcap \frac{\overline{s + PR} \cdot NM}{FN}$, quia $FR \sqcap FP + PR \sqcap s + PR$, $PR : R\ (H) : P\ (H) :: PG : GF : FP$, seu $p : y : s$ et $R\ (H) \sqcap \frac{PR \cdot y}{p}$. Ergo $PR \sqcap \frac{ps \cdot NM}{y \cdot FN - p \cdot NM}$ et $R\ (H) \sqcap \frac{ys \cdot NM}{y \cdot FN - p \cdot NM}$ et $P\ (H) \sqcap \frac{PR \cdot s}{p} \sqcap \frac{s^2 \cdot NM}{y \cdot FN - p \cdot NM}$ jam ut NM et FN inveniamus, debet primum haberi HL, nam ratio ipsius MN ad HL data est. ipsa autem HL sic habetur: $PF, s : FG, y :: PH, g - p : HL, \frac{y \cdot \overline{g - p}}{s}$ et $b : c :: HL : MN$.

$$\text{Ergo } MN \sqcap \frac{HL \cdot c}{b} \sqcap \frac{cy\overline{g - p}}{bs}$$

$$\text{et } FN \sqcap \sqrt{FM \text{ quad.} - MN \text{ quad.}} \sqcap \sqrt{f^2 - \frac{c^2y^2}{b^2s^2}\overline{g^2 + p^2 - 2pg}}$$

$$\text{Ergo } A(H) \sqcap AP + P(H) \sqcap \frac{s^2c\overline{g - p}}{\sqrt{f^2b^2s^2 - c^2y^2\overline{g^2 + p^2 - 2gp}} - pc\overline{g - p}} + p - x$$

$$\text{Sit } g - p \sqcap l \text{ et fiet } A(H) \sqcap \frac{s^2cl}{\sqrt{f^2b^2s^2 - c^2y^2l^2} - pcl} + p - x \sqcap (h)$$

$$(H)G : GF :: (d) : (e) :: \frac{s^2cl}{\sqrt{f^2b^2s^2 + c^2y^2l^2} - pcl} + p - x : y.$$ [1])

Habemus ergo tam punctum (H) et inclinationem radii FH ad axem. ex quibus porro investigari possunt rectae omnes, produturae, si radius refractus tendens ex F ad (H) occurrat novae lineae, cuius natura data supponitur aut, quemadmodum oportet, assumenda est; quemadmodum ex puncto H et inclinatione radii ex D tendentis ad H occurrentisque curvae FF omnes rectas calculo indagavimus. itaque huius paginae calculo continuato atque pro re nata explicato tota dioptrica continetur. Tantum enim pro x, y, s etc. sumendo (x), (y), (s) etc.: inveniemus iisdem literis retentis: $A((H))$, $e\ (s)$ autem et (l) et alias eodem modo inveniemus, ut s et l inveniemus literis iisdem retentis, sed ut alias eodem modo tractatus esse appareat parenthesi inclusis, ita $(s) \sqcap \sqrt{(x^2) + (y^2)}$, si radius sit DF; sit parallelus, erit h vel g vel l vel f infinita, unde caetera rejicientur, et quantitas ipsa infinita divisione evanescat.

---

1) An den Rand ist hier geschrieben:
Nota ob aequationem

$$(x)c + (h)e \sqcap y \text{ fiet } (d\bar{x})e + d\bar{h}e \sqcap d\bar{y}$$

$$\text{et } \frac{(d\bar{y})(y)}{(d\bar{x})} \sqcap (p) \text{ unde}$$

tolli videtur posse p et nota $(d\bar{x})$ differt à $d\bar{p}$. alioqui res esset absoluta.

Sed placet rem omnem unica aequatione complecti, quam solum in totọ calculo dioptrico inspicere opus sit

$$(A)(H) \sqcap h \sqcap \frac{s^2 c, \overline{x+h-p}}{\sqrt{\overline{y^2+x^2+h^2+2xhb^2s^2 - \text{quad.}\,\overline{x+h-p}\,c^2y^2} - \overline{x+h-p}\,pc^2}}$$

et $((A))((H)) \sqcap ((h)) \sqcap$

$$\frac{(s^2)b\overline{(x)+(h)-(p)}}{\sqrt{\overline{(y^2)+(x^2)+(h^2)+2(x)(h)c^2s^2 - \text{quad.}\,\overline{(x)+(h)-(p)}\,b^2y^2} - \overline{(x)+(h)-(p)}(p)b^2}} \quad ^{1)}$$

possunt puncta A, (A), $((A))$ etc. poni coincidentia et tunc a et (a) et $((a))$ erunt p. Caeterum patet b, c manere semper easdem, sed alternare, quia radius modo ingreditur vitrum, modo egreditur, unde rationes refractiones metientes sunt reciprocae alternantes. patet et $(x)(y)(p)(s)$ esse lineas pendentes ex natura curvae secundae, eodem modo, ut x, y, p, s pendebant ex natura curvae primae. supra $xe + he \sqcap yd$, seu $x \sqcap \frac{d}{e}y - h$ et $(x) \sqcap \frac{(d)}{(e)}(y) - (h)$ atque ita tolli poterit x vel (x) unde postea data relatione inter x et y; vel (x) et (y) etiam reliquorum y, p, s vel $(p) - (s)$ valor inveniri poterit, ita ut tandem sublatis omnibus $x, p, s, (y), (p), (s)$ etc. et pro (h), $((h))$ etc. substituendo eorum valorem tandem ex omnibus indeterminatis superfuturae sint in valore ultimi $(((h)))$. Tantum primae y et h, ex quibus h prima vel evanescit, vel determinata est, et tunc sublatis omnibus positis primus radius parallelis, si verò ab uno puncto veniant, est indeterminatus ut ex aliis, et ex ipso h primo . . . . .[2]), tandem omnia inveniuntur. sublatis x, y, p, (x), (y), (p) quaeramus, autem superest indeterminatura prima nunc in valore ultimae h inveniendo ea (ut ultima h fiat quantitas data, si omnes radios tandem in unum punctum colligere volumus) tentandum an . . . . .[3]) possit in eius valore certa cognitarum seu determinatarum explicatione, si verò relationes inter x, y, vel (x), (y) etc. non sint cognitae, sed quaerantur. tunc assumendae arbitrariae et postea ita explicandae, ut satisfiat proposito

$$\text{pro calculo } (h) \text{ aequ } \frac{ssch}{\sqrt{hh + 2\overline{hx}bbss + b^2s^2 + h^2c^2y^2 - chx}}.$$

Notandum in circulo p aequ. x unde in valore ipsius (h) evanescit $(p - x)$ et s est quantitas data compendii causa faciendo $x - p \sqcap q$, $y^2 + x^2b^2s^2 - q^2c^2y^2 \sqcap r^6$, in circulo q aequ $a^2y^2 + x^2$ data seu aequ ss. Ergo r^6 in circulo aeq. b^2s^4. Ergo r^6 dato fiet:

$$(h) \sqcap \frac{s^2c\overline{q+h}}{\sqrt{\overline{h^2+2xh}\,b^2s^2 + r^6 - \sqrt{\overline{h^2+2gh}\,c^2y^2 - pc\overline{q+h}}}} + p - x.$$

---

1) Hier ist an der Seite zugesetzt:

$$x \sqcap \frac{d}{e}y.h, \ \frac{d}{e} \sqcap \text{datae}, \ \frac{(d)}{(e)} \sqcap \frac{x+(h)}{y}, \ \frac{((d))}{((e))} \sqcap \frac{(x)+((h))}{(y)} \text{ etc.}$$

2) Unleserlich, vielleicht menso.

3) Unleserlich, vielleicht destrui.

Nota pro comprobatione calculi ponendo b aeq. c fit (h) aequ. h.

Nota, ut eodem modo prorsus exprimatur valor ipsius (h) et ipsius $((h))$ et ipsius $(((h)))$. Explicando autem x, (x), $((x))$ in valore (h) retinebimus $\frac{d}{e}$, in valore $((h))$ retinebimus $\frac{(d)}{(e)}$, in valore $(((h)))$ retinebimus $\frac{((d))}{((e))}$ et quoad significationem notabimus in primo (h), non posse explicari $\frac{d}{e}$, sed considerari, ut dato in secundo $((h))$ fore $\frac{(d)}{(e)} \sqcap \frac{x+(h)}{y}$, in tertio $(((h)))$ fore $\frac{((d))}{((e))} \sqcap \frac{(x)+((h))}{(y)}$

Si radii DF sint axi paralleli, fiet $(h) \sqcap \frac{s^2 c}{\sqrt{b^2 s^2 - c^2 y^2 - pc}} + p - x$

pro calculo (h) aeq. $\frac{s^2 c}{\sqrt{b^2 s^2 + c^2 y^2 - cx}}$ etiam infi.

x autem tunc non invenitur pro valore $h - \frac{d}{e} y$, sed simpliciter invenitur valor ipsius y, qui est datus, quia distantia DF parallelae ipsi GA ab ipso GA aequalis ipsius utique est data, si recta DF est positione data.

33. [3 Seiten 2° mit vielen Korrekturen.]

Sentiemus, an per meras superficies circulares radii inter se paralleli in unum punctum cogi possint. Id quoniam constat, uno vitro non posse, sentiemus, an praestari possit duobus. Recurratur ideò ad calculum meum dioptricum generalem, et posito primos radios incedere circulo parallelos inter se adeòque diametro eius velut axi, atque inde refringi ita, ut radius refractus primus dirigatur versus punctum axis (H), idem a secunda superficie refractus versus punctum axis $((H))$, idem à tertia superficie circulari refractus dirigatur versus punctum axis $(((H)))$, idem denique à quarta superficie circulari refractus dirigatur versus punctum axis $((((H))))$. Sumto puncto fixo in axe, nempe centro circuli primi, quod sit A. Sit $A\,(H)$ aequ. (h), $A\,((H)) \sqcap ((h))$, $A\,(((H))) \sqcap (((h)))$, $A\,((((H)))) \sqcap ((((h))))$. Positisque radiis circulorum primi s, secundi (s), tertii $((s))$, quarti $(((s)))$ et y vel (y) vel $((y))$ etc. ordinata à puncto sui circuli ad axem et x, (x), $((x))$ etc. abscissa in axe inde a centro usque ad ordinatam atque ratione b ad c refractiones metiente. Est a aequ. $A\ (A)$, (a) aeq. $(A)\ ((A))$ et $((a))$ aeq. $((A))\ (((A)))$ etc.

fiet $(h) \sqcap \frac{s^2 c}{\sqrt{b^2 s^2 - c^2 y^2} - xc} - a$, ex qua patet, non posse tolli y et x

$$((h)) \sqcap \frac{(s^2)\, c\, (h)}{\sqrt{(s^2) + (h^2) + 2\,(xh)\, c^2\, (s^2) - (h^2)\, b^2\, (y^2)} - (h)\,(x)\, b} - (a)$$

$$(((h))) \sqcap \frac{((s^2))\, c\, ((h))}{\sqrt{((s^2)) + ((h^2)) + 2\,((xh))\, c^2\, (s^2) - ((h^2))\, b^2\, ((y^2))} - ((h))\,((x))\, b} - ((a))$$

$$((((h)))) \sqcap \frac{(((s^2)))\, c\, (((h)))}{\sqrt{(((s^2))) + (((h^2))) + 2\,(((xh)))\, c^2\, (((s^2))) - (((h^2)))\, b^2\, (((y^2)))} - (((h)))\,(((x)))\, b} - (((a)))$$

compendiosius

$$((h)) \sqcap \frac{(s^2)\, c}{\sqrt{\left(\frac{s^2}{h^2}\right) + 1 + \frac{2\,(x)}{(h)}\, c^2\, (s^2) - b^2 y^2} - (x)\, b} - (a)$$

Itaque in valore posterioris h semper inserendus valor prioris, in quo incipiendum ab ultimo h nempe $(((h)))$ eius inserendus valor perultimi et hinc valor ante perultimi, usque ad primum. Quod melius est, quàm si incipiamus à secundo et hinc inseramus primum et tertio secundum etc. Ratio, cur potius regrediendum ad ultimum, quam à primo progrediendum, haec est, quod primum est heterogeneum nonnihil, unde calculum statim ab initio turbat, et incipiendum ab ultimo semper similiter compositi valores inseruntur, et ita calculus cum quodam ordine procedit usque ad primum exclusivè. sed certum tamen utile, incipere à primo, ut videamus, an non in secundo, vel tertio scopum assequi liceat, ne necesse sit ire usque ad quartum.

Caeterum semper $y^2 \sqcap s^2 - x^2$, seu $(y^2) \sqcap (s^2) - (x^2)$ et primi quidem x valor non invenitur, sed debet relinqui adhuc. Secundum vero x et tertium, et quartum habentur hoc modo.

$$(x) \sqcap \frac{x + (h)}{y}(y) - (h) \sqcap \frac{x(y) + (h)(y) - (h)y}{y}$$

$$((x)) \sqcap \frac{(x) + ((h))}{(y)}((y)) - ((h))$$

$$(((x))) \sqcap \frac{((x)) + (((h)))}{((y))}(((y))) - (((h))).$$

$$(y) \sqcap \frac{(x) + (h)}{x + (h)} y$$

$$(y^2) \sqcap \frac{(x^2) + 2(x)(h) + (h)^2}{x^2 + 2x(h) + (h^2)} y^2 \sqcap (s^2) - (x^2)$$

fietque $$(x^2) + \frac{2(h)y^2}{\underbrace{y^2 + x^2}_{s^2} + 2x(h) + (h^2)}(x) \sqcap \frac{x^2 + 2x(h) + (h^2),\ (s^2) - (h^2) \cdot y^2}{\underbrace{y^2 + x^2}_{s^2} + 2x(h) + (h^2)}$$

Sit $$s^2 + 2x(h) + (h^2) \sqcap \omega^2 \text{ et } x + (h) \sqcap \psi$$

fit per compendium $$x^2 + \frac{2(h)y^2}{\omega^2}(x) \sqcap \frac{\psi^2(s^2) - (h^2)y^2}{\omega^2}$$

sit $$(x^2) + \frac{2(h)y^2}{\omega^2}(x) + \frac{(h^2)y^4}{\omega^4} \sqcap \frac{\omega^2\psi^2(s^2) - \omega^2(h^2)y^2 + (h^2)y^4}{\omega^4}$$

et $$(x) \sqcap \frac{\sqrt{\omega^2\psi^2(s^2) - \omega^2(h^2)y^2 + (h^2)y^4} - (h)y^2}{\omega^2}$$

et $$(y) \sqcap \frac{y\sqrt{\omega^2\psi^2(s^2) - \omega^2(h^2)y^2 + (h^2)y^4} - (h)y^3 + (h)y\omega^2}{x\omega^2 + (h)\omega^2}$$

explicentur rursus ω^2 et ψ et habebitur valor ipsius (x) pariter et ipsius (y). et eodem modo valor etiam ipsius $((x))$ et ipsius $((y))$, item ipsius $(((x)))$ et ipsius $(((y)))$. Quos valores ubique inserendae in valoribus ipsius $((((h))))$, $(((h)))$, $((h))$, ac denique in valore (h). pro y ponendo $\sqrt{s^2 - x^2}$ habebitur denique valor ipsius $((((h))))$ per solum indeterminatam x. Quo

obtento ponantur omnes termini ipsius x nihilo aequales, quod si fieri potest, tunc poterunt etiam omnes radii paralleli ope circulorum in unum punctum colligi.

$$\text{NB.}\quad (x) \sqcap \frac{\sqrt{\boxed{2}\,\overline{s+(h)}\;\overline{x+(h)}\,(s)-\boxed{2}\,\overline{s+(h)}\,(h)\,\overline{(s^2)-x^2}+\boxed{2}\,(h^2)\,\overline{s^2-x^2}-(h)\,\overline{s^2-x^2}}}{\boxed{2}\,\overline{s+(h)}}$$

utile substitui hunc valorem ipsius x ubique in $((h))$ et habebitur plenus valor ipsius h. Quod si substituatur valor et h procedentis, habet semper plenus valor duarum refractionum. Et ita porro. Aeque hoc fieri in calculo generali pro qualibet curva. Soli circulo utile praemitti valorem primi (h), qui sit, cum radii initio sunt convergentes vel divergentes.

Praeterea ut contrahatur calculus pro mechanica investigandus est focus per appropinquationem, quod fieri potest tollendo x non quidem verè, sed ita, ut id, quod restat, sit valde parvum, seu ut x restans multiplicetur per qualitatem valde diminuentem seu fractionem, ita reperto foco apparebit modus postea componendi vitra.

Si $((h))$ quantitas constans, erit

$$\sqrt{\overline{\frac{(s^2)}{(h^2)}+1+\frac{2(x)}{(h)}\,c^2\,(s^2)-b^2\,y^2}}-(x)\,b \sqcap \beta^2 \text{ quantitati constanti} \sqcap \frac{(s^2)\,b}{((h))+(a)}$$

Ergo

$$\sqrt{\left(\frac{s^2}{h^2}\right)\ldots\ldots} \sqcap \beta^2+(x)\,b \text{ et } \overline{\frac{(s^2)}{(h^2)}+1+2\,\frac{(x)}{(h)}\,c^2\,(s^2)-b^2\,y^2} \sqcap \beta^4+(x^2)\,b^2+2\,\beta^2\,b\,(x)$$

et ponendo $\quad \beta^4-c^2\,(s^2) \sqcap \gamma^4$

fiet $\quad \overline{\frac{(s^2)}{(h^2)}+\frac{2(x)}{(h)}}\,c^2\,(s^2)-\overbrace{b^2\,y^2 \sqcap \gamma^4}\left(+x^2\,b^2\right)+2\,\beta^2\,b\,(x)$

$$-\,b^2\,x^2+\left(b^2\,(y^2)\right)$$

faciamus $\quad \gamma^4+b^2\,s^2 \sqcap \delta^4$ et fiet

$$\overline{\frac{(s^2)}{(h^2)}+\frac{2(x)}{(h)}}\,c^2\,(s^2)-2\beta^2\,b\,(x) \sqcap \delta^4 \text{ seu } c(s^2)\,s^2+2\,c^2\,(s^2)\,(x)\,(h)-2\beta\,b\,(x)\,(h^2) \sqcap \delta^4\,(h^2)$$

in hac aequatione. ut h et x tolli possunt, si ponatur $\delta^4 \sqcap 0$ (quod fieri potest per se), si ponatur et $\beta \sqcap 0$, quod etiam fieri potest, debet esse $(x)\,h \sqcap$ quantitati constanti assumtae, sed hoc non videtur possibile. videndum tamen accuratius. si $(x)\,(h)$ non potest esse quantitas constans, hinc β et δ simul non possunt poni 0. Quod si jam solum β ponatur 0, debet $-\,2\,(x)\,(h)\,c^2\,(s^2)+\delta^4\,(h^2)$ aequari constanti $c^2\,(s^2)\,s^2$. cumque (β^4) non sit constans, debet nec $2\,(x)\,c^2\,s^2+\delta^4\,(h)$ esse constans. Si solum δ ponatur 0, non potest $(x)\,(h)$ esse constans, sed facta ex ipsa $\underline{(x)\,(h)}$ in $2\,c^2\,(s^2)-2\,\beta\,b\,(h) \sqcap -\,c^2\,s^2\,(s^2)$ constans.

Quartum est, ut sit (h) in $-\,2\,c^2\,(s^2)\,(x)+2\,\beta\,b\,(x)\,(h)+\delta^4\,(h)$ quantitas constans praecedentibus non existentibus, et si nihil horum quatuor succedit explicatis (x) et (h) problema est impossibile.

Calculanda est figura, quae omnes radios venientes cuiuslibet puncti in superficie quadam data existentis colligat in unum punctum proprium;

si quidem circulo possunt colligi radii ab uno puncto venientes in unum punctum, sequitur omnia puncta superficiei cuiusdam circularis radios suos mittere in totidem alia. Sed difficultas est, quod id fieri non posset vitro duarum superficierum, nisi essent ambo concentrica. Sed satius est ad tentare in plano, quomodo scilicet possit effici figura, cuius ope omnes radii à quolibet puncto plani venientes colligantur in punctum unum proprium investigandum, quomodo id fieri per circulares appropinquandos eadem methodo, qua dixi, posse per circulares focum effici valde parvum. sed quia tunc nisi superficies sint concentricae, non succedit pro secunda superficie, ideò non tum id quaerendum pro una superficie, quàm potius pro duabus.

Calculandum etiam, quomodo fieri possit, ut quam maximè magnum appareat objectum, item quomodo limitari possint aperturae. In his quibus calculi compendia comminiscenda.

Fundamentalis ante omnia sumendae experientiae, ut construatur regula refractionum. Nam si Snelliana esset vera, aliter esset longè calculandum, quàm in Cartesiana. Et videndum, an assumi possit eiusmodi regula etsi falsa, tamen vero propinquissima, quae in circulo valde contrahat calculum.

34.

Calculus Refractionum.

Sit AR Refringentis superficies sectio secundum axem AX, sit in axe punctum L emittens radium luminis LR, qui in R refringitur versus punctum axis V. Datis A, L, R natura lineae quaeritur V.

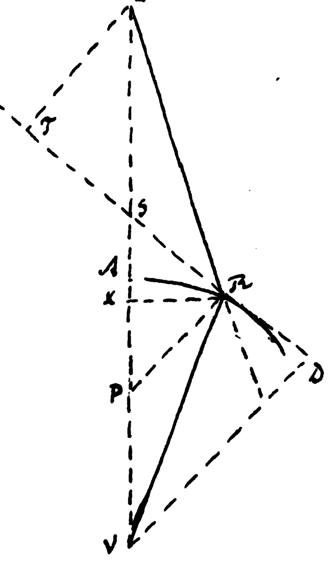


Fig. 51.

Seu datis AL, AX, cum caetera determinantur, quaeritur AV. Ex L et V demittantur normales LT, VD in tangentem RS, qui eum secat in S.

Sit ratio medii LT ad medium VD respectu refractionis, ut t ad d, erit LT ad VD in composita ratione LR ad RV et t ad d; ergo LS ad SV similiter se habebit, seu erit $LT : VD :: LS : SV :: t \cdot LR : d \cdot RV$. Ergo vicissim $LR : RV :: d \cdot LS : t \cdot SV$. Hoc est: partes viae refractae (LRV) à puncto L ad punctum V (hoc est LR ad RV) sunt in ratione composita ex ratione ipsarum (LS, SV) partium viae rectae (LV) et ratione reciproca mediorum. Et si ponantur LT, VD aequales (adeoque ut LS, SV aequales), seu si punctum emittens L et recipiens V aeque à superficie plana refringente remota conantur, erit $LR : RV = d : t$, radii $LR : RV$ in reciproca ratione mediorum incidentiae et reflexionis sunt in ratione mediorum directa, ita sinus complementi sunt in reciproca suntque, ut sinus incidentiae proportionales sinibus refractionis, ita et sinus complementi incidentiae sinibus complementi

refractionis, unde, si LR radius incidentiae productus intelligatur, dum rectae VC[1]) parallelae ipsi SR occurrat in C, erit RC radius apparens (aequalis ipsi LR). cum enim omnia putemus in linea recta cadere, ideò si oculus ponatur in L et radians in V, videbitur V esse in rectam VC, quantum ad hunc scilicet radium RV. jamjam AX vocetur x et AS (quae ex natura lineae data est) vocetur h et XR, y et AL, l ét AV, v. est $LR : RV$

(seu $\sqrt{yy+\overline{l+x}^2} : \sqrt{yy+\overline{v-x}^2}$) :: $d\cdot LS : t\cdot SV$ (seu :: $d\cdot\overline{l-h} : t\cdot\overline{v+h}$)

seu fiet

$yy + l^2 + 2lx + x^2 : yy + v^2 - 2vx + x^2 :: d^2\cdot\overline{l^2-2lh+h^2} : t^2\cdot\overline{v^2+2vh+h^2}$ [2])

in circulo est $yy = 2ax - xx$ et $h = ax : \overline{a-x}$ et fiet

$$\overline{l+a}\,2x + l^2 \text{ in } t^2\cdot\overline{v^2+2vh+h^2} = \overline{2ax-2vx+v^2} \text{ in } d^2\cdot\overline{l-h}^2$$

videamus, an aliquo casu possimus efficere, ut omnes radii puncti L colligantur in unum punctum post refractionem. Videamus, annon saltem liceat, nova aliqua superficie circulari colligere omnes radios quam proximè in unum punctum. Si radii paralleli, fit l infinita, adeò y et $t^2 : d^2 :: 2ax - 2vx + v^2 : \overline{v+h}^2$

35.

Calculus Refractionum ad superficiem circularem.

Lucidum L in perspicuum refringens AR, cuius axis LA projicit radium LR. Radius sine refractione continuatus foret RC, radius refractus seu verus RV, axi occurrens in V. Quaeritur longitudo ipsius AV ex data naturae curvae AR et ordinata AX. Sit SR tangens curvam AR in R, secans axem in S et ex R angulo SRP recto educta RP axi occurrat in P. in SR agantur normales LT in medio tenuiore, VD in medio densiore.

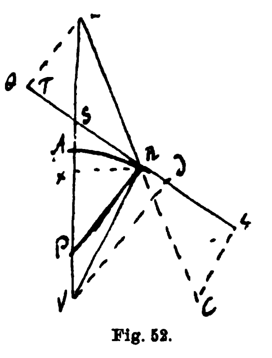


Fig. 52.

jam LT et VD sinus angulorum incidentiae et refractionis sunt in composita ratione diametrorum et rationis refractionem metientis, quae sit $t : d$. fiet $LT : VD :: \overline{t\cdot LR} : \overline{d\cdot VR}$. porro datur LA item AP ex Hypothesi puncti R et AP ex natura curvae, datur ergo et LS et ob triangula LTS et VDS et PXR similia fiet $LT : LS :: PX : PR$ et

$$VD : DS :: PX : PR \text{ et } LT : VD :: LS : VS :: \overline{t\cdot LR} : \overline{d\cdot VR},$$

1) C fehlt in der Figur, kann aber leicht zugesetzt werden. Vgl. die zu Nr. 35 gehörige Figur.

2) Hier ist an den Rand geschrieben: pro parallelis l in c et $d^2 : t^2 :: \overline{b+h}^2 : y + \overline{v-x}^2$.

jam $\overline{LR}^2 - \overline{LX}^2 = \overline{VR}^2 - \overline{VX}^2 = \overline{XR}^2\cdot$ itaque fiet

$$\underline{SR : VR :: \sqrt{\overline{XR}^2 + \overline{LX}^2} : \sqrt{XR + \overline{VX}^2} :: d \cdot LS : t \cdot VS.}$$

Notabile autem theorema est $LS : VS :: t \cdot \overline{LR} : d \cdot \overline{VR}$, ratio radiorum incidentis et refracti LR, VR et mediorum t et d, vel quod eodem redit

$$LS : VS :: t \cdot LR :: d \cdot VR, \quad \text{seu} \quad LR : RV :: d \cdot LS : t \cdot SV.$$

Si ex puncto L unius medii radius perveniat in punctum V alterius medii et superficies separatrix SR plana intelligatur, erit via radii in uno medio ad viam eiusdem in alio medio seu LR ad RV in composita ratione ex ratione viarum rectarum à puncto ad punctum, seu ratione LS et SV, et ratione reciproca mediorum, seu ratione d ad t. Quod si ST, SR ponerentur aequales (adeoque etiam LS, VS), proinde utrum punctum emittens et recipiens aequè à superficie ab tangente abesse intelligantur, erunt radii LR, RV seu secantes ipsi angulorum incidentiae et refractionis in reciproca ratione mediorum.

36. [$1\frac{1}{2}$ Blatt 2°.]

Leibniz sucht in dieser Arbeit die Gesetze der Brechung für eine beliebige Kurve geometrisch zu lösen, kommt aber, zum Teil wohl durch einen Rechenfehler, zu keinem Ergebnis. Er fährt dann fort: „Per calculum alibi factum constat posito curvam F esse circulum“ ... und berechnet nun noch einmal die Gleichung des Calculus Dioptricus von 1679 (s. Nr. 32). Von der Mitteilung dieser Arbeit schien deshalb abgesehen werden zu können.

Anmerkung. Die Lösung der Aufgabe, die die Nr. 31, 32, 33 u. 34 für die Brechung enthalten, hat Leibniz 1689 in den Actis Eruditorum[1]) unter dem Titel: „De Lineis opticis et alia“ mitgeteilt. „Eadem“, sagt er dort, „et dioptricis applicari possunt.“ Es ist eine bekannte Tatsache, daß die Lösungen mathematischer Aufgaben in damaliger Zeit von ihren Urhebern zurückgehalten, höchstens die Ergebnisse der Untersuchung und diese oft auch nur in Worten ausgesprochen wurden. So sagt er denn auch in derselben Notiz der Acta: „Porrò a praesenti opere Newtoniano praeclaro quaeque expecto, et ex relatione actorum video, cùm multa prorsus nova, magni sanè momenti, tum quaedam etiam ibi tradi, à me nonnihil tractata; nam praeter motuum coelestium causa, etiam lineas catoptricas, vel dioptricas, et resistentiam medii explicare aggressus est. *Lineas* illas *Opticas Cartesius* habuit, sed celavit, nec suppleverunt commentatores; neque enim res communi analysi subest. Eas postea ab *Hugenio* (sed qui nondum edidit) et nunc a Newtono inventas intelligo. Etiam mihi, sed per diversam, ut arbitror, viam, innotuere.“

---

1) Acta Eruditorum, 1689. S. 36 auch Dutens Leibnitii opera omnia Tomus III. p. 202.

37. [2 Blatt 4°. Das eine ganz, das andere zum vierten Teil beschrieben.]

BC vitrum. *GHD* radius perpendicularis, qui transit sine refractione. *FH* radius obliquè incidens. *HE* radius refractus, *EL* iterum refractus. *FHA* angulus incidentiae. *FHG* angulus inclinationis seu compl. anguli incidentiae. *EHN* angulus refractionis, *HN* via radii sine refractione, *EK* via radii refracti sine nova refractione. Si radius ex *FB*, aëre, veniat in *BC*, vitrum, erit angulus refractionis *EHN* tertia pars anguli inclinationis *FGH*. experimentum. Hinc si radius ex *BC*, vitro, veniat in *CL*, aërem, erit angulus refractionis *KEL* dimidium anguli inclinationis *KEJ*[1]). *EL* parallela *HN*.

Fig. 53.

BC vitrum. *FB* aër. *CL* aër. *EHN* aequ. $\frac{1}{3}$ *DHN*, *KEL* aeq. $\frac{1}{2}$ *i EK*. *EL* parallela *HN*.

FHG et *DHN* *KEJ*[1])	anguli inclinationis	*EHN* *LEK*	anguli refractionis

anguli minores 30 gradibus sunt physice, ut latera.

vitrum plano convexum. centrum convexitatis *A*, semidiameter *AE* et *AR*. productus in *J*. Axis *ARL*. *HE* radius axi parallelus. Angulus inclinationis *KEJ*. Ex praecedenti sit *EM* aequ. *AE*, erit *ML* aeq. *EM*, aequ. *AE* ex geometria. Ergo *MR* minor *AE*,

Ergo *LR* minor diametro.

Sit angulus inclinationis 30 graduum, et sumatur [*MR*] paulo minor sesquidiametro seu *RL* paulo minor diametro. tunc si radius 1, erit *RM* $\sqrt{3} - 1$ et *LR*[2]) erit $\sqrt{3}$.

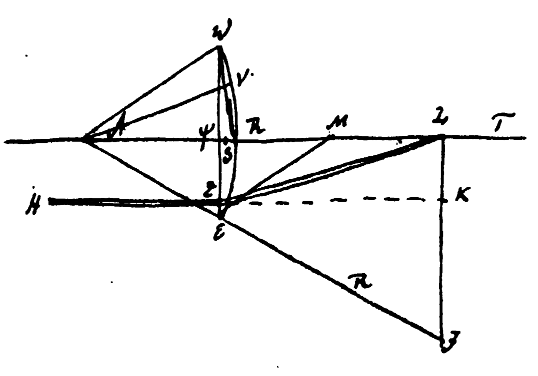


Fig. 54.

Poterimus aliter et paulo verius calculum instituere, si ponamus esse non angulum *KEL* dimidium anguli *KEJ*, sed potius subtensam *JK* duplam subtensae *KL*. quaeritur recta *AL*. ipsa *LK* est subtensa anguli *RAE*, quam vocabo *s*, et *KJ* erit $2s$. Ergo $LJ \sqcap 3s$, et *EJ* aequ. bis *AE*. Ergo $AL \sqcap \sqrt{9a^2 - 9s^2}$ seu $3AS$. Unde sequitur omnes radios axi *AR* parallelos in superficiem sphaericam, quae arcus *VRE* circa axem *SR* revolutione fit, incidentes colligi in recta *LT*, quae sit tripla ipsius *SR* sagittae, et ipsa *AT* est sesquidiameter, itaque focus arcus *VRE* medio loco inter *L* et *T* assumi potest. si arcus *VRE* esset 30 graduum, seu *RE* graduum 15, *SR* adeoque et *LT* perexigua erit. Sit *WRZ* 60 grad. *WVR*

1) Muß wohl *LEJ* heißen. 2) Unter *LR* ist *AM* geschrieben.

30 grad. et V medium arcus WVR, $WZ \sqcap a$, $\psi Z \sqcap \frac{1}{2} a \sqcap \sqrt{\psi R, \overline{2a - \psi R}}$ seu $\frac{a^2}{4} \sqcap 2a \frown \psi R - \overline{\psi R}^2$. Ergo $\overline{\psi R}^2 + \frac{a^2}{4} - 2a\psi R \sqcap 0$, seu $\overline{\psi R}^2 + a^2 - 2a\psi R \sqcap \frac{3a^2}{4}$. Ergo $a - \psi R$, vel $A\psi \sqcap \frac{a\sqrt{3}}{2}$, seu $\psi R \sqcap a - \frac{a\sqrt{3}}{2}$ et $\psi R^2 \sqcap 2a^2 + a^2\sqrt{3} - \frac{a^2}{4} \sqcap \frac{7}{4}a^2 + a^2\sqrt{3}$ $\left(a^2 + \frac{3}{4}a^2 + a^2\sqrt{3}\right)$ et $W\psi^2 \sqcap \frac{a^2}{4}$. Ergo $\overline{WR}^2 \sqcap \frac{a^2}{2} + a^2\sqrt{3}$, $WR \sqcap a\sqrt{\frac{1}{2} + \sqrt{3}}$, cuius dimidium XR vel SE, $\frac{a}{2}\sqrt{\frac{1}{2} + \sqrt{3}}$, cuius quadr. auferatur ab a^2, fiet $a^2 - a^2\sqrt{\frac{1}{2} + \sqrt{3}}$ seu $\frac{15}{16}a^2 - a^2\sqrt{3}$ et erit AX vel $AS \sqcap \sqrt{\frac{15 - 16\sqrt{3}}{4}}a$, quam auferendo ab a fiet: $VX \sqcap \frac{4 - \sqrt{15 - 16\sqrt{3}}}{4}a$, quae quantitas satis exigua est; sed commodius erit, uti regula nostra serierum infinitesim. Nimirum sit arcus Z seu RV, radius a, erit sinus complementi AS, vel Ax, seu c sic habebitur:

$$c \sqcap a - \frac{Z^2}{1.\,2a} + \frac{Z^4}{1.\,2.\,3.\,4a^3} - \frac{Z^6}{1.\,2.\,3.\,4.\,5.\,6a^5} + \frac{Z^8}{1.\,2.\,3.\,4.\,5.\,6.\,7.\,8a^7} \text{ etc.}$$

adeoque $a - c$, seu SR vel VX, seu f erit:

$$\frac{Z^2}{1.\,2a} - \frac{Z^4}{1.\,2.\,3.\,4a^3} - \frac{Z^6}{1.\,2.\,3.\,4.\,5.\,6a^5} - \frac{Z^8}{1.\,2.\,3.\,4.\,5.\,6.\,7.\,8a^7} \text{ etc.}$$

ponamus Z esse 15 grad., VRE esse 30 graduum. fiet $\frac{12a^4 - Z^2 - Z^4}{24a^3}$, et si Z 15, erit circumferentia 360. per quae multiplicata per 100 000 104 et divisa per 3 141 592 dabit diametrum.

(Die folgende Zahlenrechnung ist zum größten Teile abgerissen.)

38. [1 Blatt 4°. Halb, sehr klein und undeutlich beschrieben.]

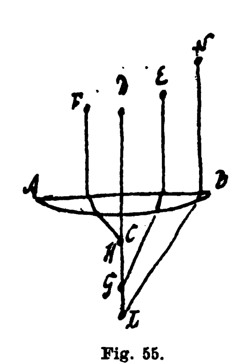


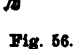
Fig. 55.

Radii $DG:FC$ axi paralleli incidentes (ad angulos rectos) in superficiem planam AB vitri plani convexi $ABCA$ concurrunt in axe ad CG, distantiam diametri convexitatis; a superficie convexa convergentes ad axem, ut FH propius vitro uniuntur in H, unde in vertendo; si punctum objecti H propius sit superficiei convexi vitri, quam diametro convexitatis radii (tanquam G) et radii incidant in superficiem convexam, postea divergunt ut HFC. Hinc sequitur, radios à remotiore puncto ad superficiem convexam vitri plani convexi fieri iterum convergentes, ut LN. Supponitur portio convexae superficiei esse minor, quàm 30 grad, quia anguli minores censentur sinubus proportionales.

Si radii axi paralleli axi incidant in vitrum convexo-convexum aequalium convexitatum, concurrunt circiter ad distantiam semidiametri convexitatis. Quae distantia non est sumenda à superficie una aut altera, sed potius à medio inter utramque, licet Keplerus distantiam superficierum negligat.

In vitris convexo-convexis aequalium aut inaequalium sphaerarum, ut est summa duorum radiorum ad radium convexitatis radios parallelos recipientis, ita duplum alterius radii est ad distantiam foci à vitro.

In vitris convexo-concavis vel concavo-convexis, ut est differentia radiorum ad radium superficiei recipientis, ita duplum alterius radii ad distantiam foci à vitro.


Fig. 56.

Hinc etiam si punctum objecti eam habebit, quam foco tribuimus, seu in foco collocetur, radii eius à vitro redduntur paralleli, seu propius sit, fiunt divergentes, si remotius convergentes (de his convergentibus rursus examinandum, quis eorum focus et an aliquis?) et quo magis remoti à foco (adeoque à vitro seu propior erit concursus vitro).

Duo vitra convexo-convexa similia, sibi vicina, habent focum seu concursum radiorum parallelorum circiter ad dimidiam distantiam unius. Hinc si duo vitra inaequalis potentiae seu distantiae foci minoris aut majoris sibi vicina sint collocata, diminuet secundum distantiam primi plus aut minus medietate.


Fig. 57.


39. [Blatt von Leibnizens Hand.]

Mr. Joulie à Heidelberg a de si belles Lunettes, qu'il peut voir exactement dans la Venus quasi tres stellas minores, item nigras quasdam maculas. In luna videt nihil $\overline{\sigma\iota o}$, quod est mirabile. Mars adhuc rubicunda. Jupiter pulcherrimus. Veneris magnitudo, wie eine große Blauische Landkarte. Un intelligente homme à Paris peut faire les verres hyperboliques, ou un seul fait de merveille.

Anmerkung. Fontana sah 1645 die Lichtgrenze bei Venus zackig, bemerkte also Berge, nahm aber bereits 1638 einen Flecken auf dem Mars wahr, 1630 beobachteten er und Zucchius die Streifen des Jupiter (Wolf, Geschichte der Astronomie, München 1877 S. 398 und 399). Es ist zu verwundern, daß Joulie derartiges nicht bemerkte. Man möchte deshalb geneigt sein, das Fernrohr des Mr. Joulie keineswegs für so vorzüglich zu halten, wie Leibniz anzunehmen scheint, wohl indem er an die Anwendung hyperbolischer Linsen dachte.

40. [4 Seiten 2° anfangs ziemlich gut, zuletzt schlecht geschrieben, zum Teil halb, zum Teil ganz beschrieben.]

Problemata optica nova

reperta a

G. G. L. L.

Probl. 1. Efficere, ut omnes radii a quolibet puncto dato objecti dati ducti ad puncta superficiei objectivae aequi distantia à puncto dato colligantur in unum punctum.

Solutio: Efficitur hoc: si omnes superficies refringentes sunt sphaericae concentricae, et faciant radios convergentes.

Demonstratio. Est objectum *abc*. Superficies refringens sphaerica objectiva *def*, cuius centrum *g*, puncti *b* radius perpendicularis refractionis expers *beg*. continuetur ultra *g*. Radius *bd* refractus in *d* ad perpendicularem in medium densius ex rariore versus *h*. incidat in *h* in aliam superficiem sphaericam *hik*, superficiei *def* concentricam, per quam rursus in medium rarius egrediatur. Ne igitur divergat radius *bdh* a irrefracto *beg* continuato, patet superficiem *hik* debere concavitatem obvertere medio densiori. Ita radius *bdh* secabit radium *beg* in *l*. Eodem modo radius *bf* refractus ad *f* in medium densius ad *k* ex densiore refringetur ad *l*. Idemque dicendum est de omnibus punctis superficiei *def* distantibus à puncto *b*, quantum ab eo distat punctum *d*. Id est, qui continentur circumferentia circuli in superficie sphaerica, cuius diameter est *df*. Idem dicendum de radiis *ad*, *an* et omnibus aliis in plano non designabilibus, qui continentur circumferentia circuli in superficie sphaerica, cuius diameter *dn*. Colligentur enim omnes in puncto *O*.

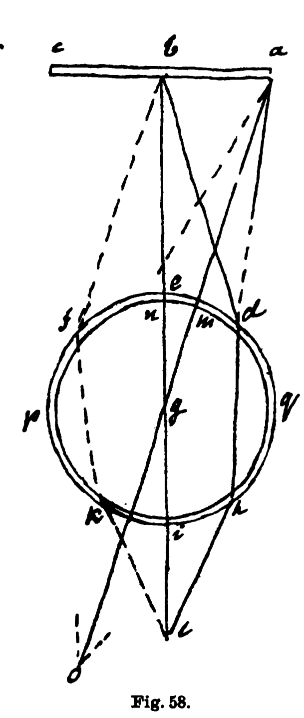


Fig. 58.

Observandum est, nihil referre sive superficies *def* et *hik*. sunt portiones eiusdem sphaerae sive sphaerarum concentricarum. posse item vel adhiberi vel corpus cylindricum *def*, *kih*, contentum superficiebus sphaericis *def*, *hik* et planis *dh*, *fk* vel sphaeram integram *defpkih*.

Cum Hyperbola et Ellipsis colligant omnes radios ex puncto in axe optico et vicinissimos tanto . . .,[1]) licet tam minus accurata, quando ipsa Hyperbola et Ellipsis obtusior. Hinc fieri ut figura. Optica quasi perfecta . . .[2]) vel Ellipsibus Hyperbolisque sibi oppositis, quasi mechanicè quadam construendi . . .,[3]) ut huic hoc illi aliud objecti punctum sit in axe optico, ita totum simul perfectè, quantum possibile est, detegetur: imprimis si illae variae projectiones inter se . . .,[4]) ut si in unum speculum concavum incidant ubi . . .[5]) ob auctam magnitudinem. Aut si in convexum ubi . . .[6]) ob arctitatem . . .[7]) poterunt inde projici in amplificans speculum tubumque. Amplificantur in puncto.

41. [1 Blatt 4°, halb beschrieben.]

Hugenius et Newtonus statuunt, imperfectionem vitrorum opticorum maximè oriri à diversa refrangibilitate radiorum et ideò magis opus esse

1) Unleserlich, wohl in uno puncto.
2) Unleserlich, wohl non circulis utitur. 3) Unleserlich, vielleicht arte.
4) Unleserlich, wohl consentiunt. 5) Unleserlich, wohl distinctiores fiunt.
6) Ebenso vielleicht minores. 7) Ebenso vielleicht videri.

minore apertura pro majoribus vitris. Errorem à sphaera non multo plus esse bis millesima parte erroris à refrangibilitate. Et errorem à sphaera plurimum corrigi, si pro objectivo adhibeatur vitrum aqua plenum, Newton opt. p. 74[1]), quod, ni fallor, primus observarat Hookius. sed videndum, an non hinc saltem effici possit, ut accuratius videantur microscopio, quae radiis homogeneis constant, ita ut radii lucis convenientes colori adhibeantur ad res ejusdem coloris spectandas.

Notatum occasione bullae aqueae, quae ad summam tenuitatem reducta non amplius reflectebat radios, aliqua ad immutandam vim rudiorem densitate opus esse, et haec causa videtur, cur media uniformia sint perspicua, quod scilicet ex partibus seu foliis valde tenuibus constat. itaque discontinuatio partium facit opacitatem.

lib. 3. pag. 60. Acida ...[2]) aut alcalia praecipitant et incrassant.

Non examinatur, quid circa colores contingat in saltu a refractione ad reflexionem.

Neque etiam consideratum est, quos colores producat crystallus islandicus disdiaclasticus.

Anmerkung. Da die erste Auflage von Newtons Opticks 1704 erschien, so kann Leibniz die obige Notiz nicht früher niedergeschrieben haben.

42. [2 Blatt 8° beiderseits beschrieben.]

Tuborum opticorum finis est visum perficere. Visus praestantiae: videre 1 rem magnam, 2 claram, 3 multum. Ita Telescopiorum est, rem magnificare, illustrare, multum simul detegere. Magnitudo dat rem, claritas figuram rei et colorem. Myopes rem claram vident, sed parvam seu propinquam; presbitae rem magnam vident, licet non claram seu propinquam. Bini oculi nobis dati, ut plus simul spatii detegeremus. Huc ergo res redit, ut vi tubi optici 1, plures radios eiusdem puncti reduniant ad idem punctum, 2 majorem efficiant refractionem radiorum, ac proinde angulum internum, seu arcum retinae abscissum, 3 plurium punctorum radios praestent. Manifestum est autem, quo plura sint puncta, hoc singulorum refractionem debere esse minorem, alioqui retinae spatium ea distinguendum non sufficeret. Sed sciendum tamen et hoc est, plus sufficere, quam nunc solet, quia major pars retinae intacta radiis relinquitur. Rheita[3]) invenit binocula, commodè utique, puto, ut plus simul detegeretur; praeterea saepe nobis minus detegitur, quia minor facienda apertura. Haec minor facienda, quia excludendi radii inutiles et nocivi, sed observavit Lana[4]) ingeniossissimè,

---

1) In der mir zugänglichen 2. Auflage der Opticks, London 1718, findet sich die Stelle auf S. 90; in Nr. 96 von Ostwalds Klassikern auf S. 68.

2) Unleserlich, vielleicht sal tartari, offenbar ein Zitat.

3) Anton Maria Schyrlaeus, Kapuzinermönch im Kloster Rheit in Böhmen. Der Vorschlag befindet sich in seinem 1645 erschienenen Werke Oculus Enoch et Eliae, sive radius sidereo-mysticus, das auch die Erfindung des terrestrischen Fernrohrs mit vier Linsen enthält.

4) Franciscus de Lanis, dem man u. a. den Vorschlag einer als Luftballon zu verwendenden hohlen kupfernen Kugel verdankt.

posse modum excogitari eos omnes retinendi. Unde posse eligi portiones sphaericas aliasve quàm maximas. Ingens fructus. Est alius modus denique per motum. conjunctione plurium tuborum ac per eos oculi motu, ita, ut sibi continuo admoti sunt, ita altero inchoante, ubi alter desinit, uno velut ictu res tota detegetur. quam longa lataque est. Quanquam et plures a parvis sphaeris simul venientes radii fortasse inconfusi simul ad oculum venire possunt, ut ab una magna. Sed haec de majoris partis detectione poterunt, hunc in finem et Ellipses vel Hyperbolae et parabolae adhiberi et opponi objecto non suis punctis accuminatis seu quibus coeunt, sed lineis illis tam longe tensis, pene ad rectas accedentibus. Jam videamus, quomodo plures eiusdem puncti radios colligi possunt in unum locum. Hoc fit tum uno vitro, tum pluribus. Uno vel ob latitudinem seu magnitudinem chordae pigmenti, vel longitudinem seu magnitudinem tractus. Utraque in conicis, quam sphaeris major simul (in sphaeris paulum alterutra), quia hoc opponas latitudinem sive longitudinem objecto, simul plures radios excipis, quam sphaerae portione. Hoc tantum demonstrandum est, refringi omnes ad unum punctum. possunt autem fieri hyperbolae hyperbolarum, seu hyperbolae secundi, tertii pluriumque generum, facturae omnes effectum majorem semper, quam procedentes, quod non memini observatum. Nam si conoides Hyperbolica secetur similiter ut conus, prodibit Hyperbolastrum et parabolastrum et Ellipticum secundi generis, idem de conoide parabolica. Nam Ellipticum quomodocunque[1]) sectum, dat nisi Ellipses. Sunt autem hyperbolastra parabolicorum et parabolastra Hyperbolicorum et Ellipses amborum, quae omnia ad praxin traducibilia. aut optimo puto hyperbolastra hyperbolarum (Possunt et esse hyperbolastra parabolico hyperbolica ob intermixtionem). Haec omnia in praxi produci possunt. Et datur progressus in infinitum augmentandi objecta. Nisi quod denique metuendum est, ne atomi aëris intermixtae et vitrorum videantur retrimenta. Quod tamen nondum spero. Et multa detegi possunt, antequam illuc pervenerimus. Sufficietque in Microscopiis adhiberi posse naturae illustrandae et rei medicae perficiendae causa. Sed hinc unioni radiorum multorum ad unum punctum adhibenda exclusio aliorum eo non commixturorum, unio pro exclusione potius.

Hier bricht das Manuskript ab.

Anmerkung. Ebensowenig wie es Cartesius und seinem Freund Mydorge gelang, hyperbolische Linsen zu schleifen (s. Gerland und Traumüller, Geschichte der physikalischen Experimentierkunst, Leipzig 1899, S. 124), so hat sich Leibnizens Hoffnung auch in neuester Zeit nur in sehr unvollkommenem Grade bewährt. Man schleift zwar Linsen, für größere Fernrohre so, daß die sphärische Aberration möglichst vermieden ist, aber hyperbolische oder parabolische Linsen zu schleifen, ist auch jetzt noch nicht gelungen (vgl. den von mir verfaßten Artikel Fernrohr in Valentiner, Handwörterbuch der Astronomie. I. Bd., Breslau 1897 S. 742).

---

1) So glaube ich das abgekürzte Wort lesen zu sollen.

43. [1 Blatt 8°. Beiderseits beschrieben. Die Abhandlung schließt an die vorige an.]

De tuborum opticorum perfectione vid. praeced. shedulam. Persuasio[?], ut eodem denique pertingunt adhibenda, demonstrandumque omnes radios in sphaeram, vel hyperbolam, vel Ellipsin incidentes ab eodem puncto concurrere in idem punctum. (Hyperbola parte acuta objecto obversa valde illustrabit, parum deteget parte planiore contra idem de Ellipsi), quod Cartesius vult in solis Ellipsibus contingere, potius quam circulis et Hyperbolis, imo in circulis non nisi, quatenus Ellipsibus inservassent, aut in eas degenerassent. Demonstratio illa expendenda et aliorum ratiociniis conferenda. Pro certo ergo habeatur, non posse plures excipi radios, quàm Hyperbolastro, maximi gradus Hyperbolae, quam maxime ad rectam ascendentis seu coni altissimi. Quo latior conus, hoc simul latior Hyperbola erit, sed hoc minus incedet rectae. Sed hoc, inquam, quòd excipiat plures radios. Sed an conjungat omnes in unum punctum, faciat exire ex uno puncto, aut faciat parallelas, id est nunquam concursuras vel exituras, id verò dubito et vellem demonstratum habere. Omne punctum hyperbolae habeatur pro recta minore, quam quae dari potest, portione tangentis; et ita videatur, quo angulo incidat, ...[1]) perventum sit, refractio. Et poterimus contra investigare per analysin, quae linea, seu quis flexus tangentium hoc praestet, si non praestat circulus. Determinato illo flexu tangentium poterimus ope doctrinae locorum determinare lineae genus, modo sit descriptile. poterimus vero rationem [?] adhibere conjungendi radios aliò abituros aliis generibus vel circulorum vel aliarum figurarum. Hactenus de una figura. Addo hic obiter, ne excidat modum detegendi plura augeri posse adhibito celeri motu, vel oculi de tubo in tubum, vel objecti partium per eundem tubum, vel tubi ipsius. Item ut natura musculis efficit contra actionem et explicationem retinae, ita possumus nostros quoque tubos cum omni apparatu collocare in eo statu, ut possimus pro libitu immutare. Sed ut plurimum vitrorum ope colligamus plures radios in unum punctum, si vitra illa non sint concentrica, vel saltem non sint in eadem recta ducta ab oculo ad objectum, de hoc nemo hactenus cogitavit; sed si esset possibile colligere nobis infinitum plus radiorum, quomodo vero tractos istos redunieinus? Non aliter, quam ope speculi, inferenda ergo specula telescopiis, sed quae specula licet ita collocare utique, ut nullis modis rursus reflexi et refracti tandem in uno solo puncto coeant radii. Sed turbulantur opinor ab obliquitate excludenturque, qua incident in pupillam. id maximè, vereor, probant tamen fortasse sic reflecti, ut fere retro redeant in lineam priorem, et ita non obliquè incidant in pupillam. Summa fructus fortasse ingens huic sperari potest. Et nemini hoc unquam in mentem venit. Certum superest, ut major fiat refractio, id fiet, si adhibeantur alia, quam vitrum immixti scilicet liquores perspicui et tamen vitro densiores, tam alii, quam maximè rarius addo Bartholinum[2]) de crystallo islandico. Tale

1) Muß vielleicht gelesen werden: et ita videatur, quo angulo incidentiae radius ad punctum perventum sit.

2) Erasmus Bartholinus hat bekanntlich die Doppelbrechung im Kalkspat entdeckt und 1669 in seiner Schrift: Experimenta crystalli islandici disdiaclastici, quibus mira et insolita refractio detegitur, behandelt.

artificium Hookii Transact. m. 12. p. 202. In poliendis vitris compendium esse potest, si eccentricae tornationes possent institui. ita possent facile octo mille pedum in diametro fabricari. Et fortè sic Oltius [?], Hevelius et Lana polit vitra conica in formis sphäricis, Wrenni radius [?] et forma [?] securissima. Cogitandum de vi Elastica, quaerendum de ...[1]) Hugenio, Hevelio, Wrenno.[2])

Anmerkung. Die beiden Nr. 42 und 43 sind ungemein flüchtig niedergeschrieben und waren deshalb äußerst schwer zu entziffern, manches hat nur erraten werden können. Auch machte sich ganz besonders Leibnizens Gepflogenheit, bei seinen flüchtig hingeworfenen Notizen gegen den Schluß hin immer undeutlicher zu werden, bei diesen in unliebsamster Weise geltend. Obgleich die Notizen mehr mathematischen Inhaltes sind, so schienen sie doch nicht ausgeschlossen werden zu dürfen.

44. [1 Blatt 8°. Eine Seite beschrieben.]

Possumus tubis objectum facere maius, quantum volumus. Non lucidius, quantum volumus. Longitudo tubi, seu multitudo vitrorum facit ad magnitudinem, non ad claritatem. Sed nos obtinebimus magnitudinis satis in tubo utrumque brevi. Constat multo objectum videri minus oblique tractum ab extremitate ad axem opticum. Ergo quanto magis ad eum inclinabitur seu angulum majorem faciet seu refringetur? Refringitur ad eum, quoties transit per convexum ex tenui, vel per concavum in tenue medium. Centra sint in axe optico. Haec autem possunt admoveri sibi quam plurime pro lubito. Et, si velis, inter lentem utraque convexam relinqui potest aër, intercipi vel etiam cum Hookio[3]) liquor alius. Etiam natura in oculo tam multis refringentibus sibi propè admotis usa est. Lux qua ratione augeri posse videatur. De conventis ad punctum eodem oculo objectis aut radiis, plurium vitrorum objectivorum refractione vel pluribus imaginibus reflexione unitis alibi diximus. De ratione per hyperbolam, parabolam, ellipsim et circulos concentricos etc. comparendi radios allapsos nihil nunc dicere attinet.

Nota, non minus praecisè puncto radios, ab eodem venientes puncto, à lentibus colligi; documento esse potest, quod objectum delineatum in camera obscura, aut interdum ibi qualibet trajectione apparet distinctum superficie refringente modò magis, modò minus remota.

Tentandum, an quod speculo Lugdunensi id fieri possit vitro usitatorio. Item quia speculum facit fluxum vehementiorem quam opus, an possit refractione per concavum disgregari aestus [?] parum, calor in plura puncta

1) Unleserlich.

2) Hooke hat seine Schleifmaschine auf der 18. Seite des Preface der Micrographia abgebildet, Wren seinen Vorschlag, hyperbolische Linsen zu schleifen, in den Phil. Transact. von 1668 Nr. 53, S. 1059 mitgeteilt. Hevel wollte konische Linsen in einer kugelförmigen Schüssel schleifen, s. Phil. Transact. 1665/66, Nr. 6, S. 98. Die Art, wie die Brüder Huygens ihre Linsen herstellten, geht aus Christians Schrift: Commentarii de formandis poliendisque vitris ad Telescopia hervor, die in den Opuscula posthuma vol. I. S. 205 abgedruckt worden ist.

3) Hooke nahm Wasser, Terpentinöl, Alkohol oder Salzlösung. Philos. Trans. I. 1665/66. S. 202.

omnibus tamen fundendis suffecturus. Ita quod desiderant Galli efficietur, focus speculi latior, nec in uno puncto consistet. Adde mobilitatem et speculi cum vitro et objecti.

Anmerkung. Über den Leidschen Spiegel habe ich nichts finden können. Ob die Spiegel gemeint sind, die Huygens im Haag für Fernrohre verfertigte, und deren einen dem Sohn des Herzogs von Luines zu zeigen er seinem Bruder Constantin empfiehlt[1]), oder der Spiegel des Utrechters Everard van Weede, Herrn von Dyckveld[2]), der ihn 1679 mit dem des Königs von Frankreich vergleichen wollte, muß ich dahingestellt sein lassen. Der letztere ist jedenfalls mit dem der „Galli" gemeint, mit welchem Duhamel 1679 Versuche machte.[3]) Er war von Villette in Lyon verfertigt und ist noch in Paris vorhanden. Huygens erwähnt ihn zuerst in dem Brief an Oldenbourg vom 26. Juni 1669,[4]) spricht allerdings auch schon 1662 einmal vom „Miroir du Roy".[5]) Villette verfertigte noch zwei oder drei weitere. Der, welchen der Landgraf von Hessen-Cassel erhielt, ist noch in Cassel vorhanden; er hat 1,347 m Durchmesser bei einer Brennweite von 1,177 m. Den dritten erhielt der König von Dänemark und einen vierten nach Klügel[6]) der Schah von Persien durch Tavernier. Eine genauere Zeitbestimmung der obigen Notiz läßt sich aus diesen Daten jedoch nicht herleiten.

45. [1½ Blatt 2°. Eine Hälfte beschrieben mit ziemlich viel Korrekturen. Ein Stück abgerissen, was durch ... bezeichnet ist.]

... rum[7]) caustioorum ...[8]) agendo.

...[9]) vitra caustica miri effectus ostende ...[10]) possunt in fundendis immutandisve variè corporibus, qui prodesse queant, tum ad naturam corporum detegendam, tum etiam ad habenda producta, quae alia ratione non facilè obstineantur. Nam constat ignem solarem collectum omnem vim furnorum chymicorum superare neque ut alii ignes corpora imparitatibus afficere.

Sed quoniam ingentia vitra caustica, quae magnos et promtos effectus producere debent, proportione etiam spissitudinem habere oportet, quam insignem in vitri materia salva puritate et perspectuitade obtinere, magnae est difficultatis, ut taceam, non parvae molis esse, ingentibus illis massis dare polituram: idèo jamdudum cogitavi, ad vitra caustica maxima et optima posse summa facilitate perveniri, si spatium vitris cavis, quae magna admodum obtinere jam licet et perpolita, interceptum liquore

1) Huygens, Oeuvres Complètes. IV. p. 361.
2) Ebenda VIII. S. 181.
3) Journal des Sçavans. Decemb. 1679. S. Pristley, Geschichte der Optik. Deutsch von Klügel. I. 171.
4) Huygens, Oeuvres Complètes. VI. S. 460.
5) Ebenda. IV. S. 100.
6) Pristley, Geschichte der Optik. I. 171.
7) wohl De vitrorum. 8) vielleicht proprio.
9) Magna? 10) ostendere.

convenienti impleatur, qui nec colore, nec refractionis gradu multum differat a vitro.

Hinc liquorem puto esse posse spiritum vini bene rectificatum[1]), quod tali calculo comperi; in tabulam vitream A ex lucido puncto L incidat radius LP in puncto P superficiei anterioris et ibi refringatur ad perpendicularem PR. Sit radius refractus PQ aequalis ipsi LP et sinus incidentiae Pi, sinus refractionis QR, erit QR ad iP, ut 11 ad 17. Quodsi post Q radius PQ rursus in aërem egrediatur, posita superficie QT parallela ipsi Pi, erit radius ad Q ex vitro rursus egrediens radio LP ingredienti parallelus. Nunc ponamus medium infra vitri tabulam, in quod radius QP post Q pervenerit, esse spiritum vini, in quo radius progrediens sumatur QV aequalis rursus ipsi PQ vel LP et per V ducatur VN parallela ipsi QR, cui ex R educta occurrat ad angulos rectos in N. Sic jam rationem VN ad QR sic investigabimus: Fingamus, tantillam aëris intra vitri superficiem QR et spiritus vini superficiem VN intercedere, itaque radio ad Q ex vitro veniente in aërem ratio sinuum QR ad b foret 20 ad 31, si jam porro radio ex aëre veniente in spiritum vini ratio sinuum foret ut b ad VN, 100 ad 73. itaque erit QR ad VN in ratione composita QR ad b et b ad VN, seu in ratione composita ex rationibus 20 ad 31 et 100 ad 73, quae est 1000 ad $1126\frac{1}{2}$.[2]) Est ergo QR pa...[3]) minor, quam VN in ratione ad 1000 ad $1126\frac{1}{2}$, quae ratio, cum non magna sit, ... eat[4]) un...[5]) ...st[6]) à ratione...[7]) ibique ad nostrum usum fere perinde erit ac...[8]) duo vitra cava unum component spissum.

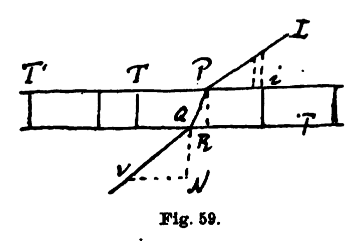


Fig. 59.

Ut tamen de quantitate exerrationis melius consti...[9]), eò contenti ex priore calculo deduxisse quantitatem refr...[10]) inter vitrum et spiritum vini, ipsam nunc concavitatem vitri sphaerici consideremus. Sed prius videamus utrum praestet vitrum utrinque sphaericum an convexoplanum. Ante omnia superficiem sphaericam haberi potest pro parabolica osculante. parabolam in vertice osculatur circulus, cuius centrum L in axi VL sumtum abest à vertice distantia LV, quae sit dimidium lateris recti. Sed F focus ita abest, ut VF sit lateris recti pars 4ta et licet parabola non serviat refractionibus, tamen idem de Hyperbola et Ellipsi intelligitur

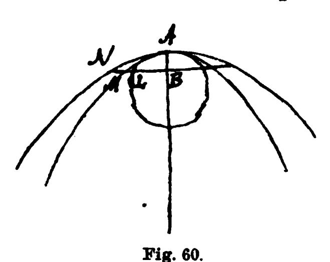


Fig. 60.

1) Hier ist an dem Rand bemerkt: Spiritus therebinthinae melior ad refractionem.

2) Hier hat sich bei Leibniz ein Rechenfehler eingeschlichen. Die Zahl ist $1131\frac{1}{2}$.

3) paulo? 4) redeat? 5) unum?

6) est? 7) abstrahendum? 8) accipiendum?

9) constituamus? 10) refractionis?

[Hier einiges abgerissen.]

$$dx : dy = \ldots$$

$$y : 2a - \frac{a}{q}x$$

in casu soli

$$2ax - \frac{a}{q}xx = aa$$

quaeritur x

$$2qx - xx = aq$$

$$xx - 2qx + qq = qq - aq$$

$$x - q = \sqrt{(qq - aq)}$$

$$x = q - \sqrt{qq - aq}$$

in Hyperboli y sit a, fiet

$$y = -q - q\sqrt{2}$$

$$\text{et } x = -q + q\sqrt{2}$$

Notandum praeterea est, Hookium jam olim observasse, si pro vitro objectivo adhibeantur duo vitra concava sibi obversa et aqua interfundatur, corrigi errores sphaerae. Quamque in rem ipsam regulam dedit Newtonus[1]); ut res commodissime fiat itaque examinandam ad causam urendi praestitutum liquorem interfundi, cuius refractio si ferè eadem quae vitri, an cuius sit multo minor.

46. [Kleines Blättchen, auf beiden Seiten beschrieben.]

Nota: Lentes pandochae colligunt omnes radios in unam lineam, in quolibet plano repraesentat objectum distinctè. potest vitrum objectivum magnitudinis esse cujusque. potest movendo planum excipiens modò hoc, modò illud punctum distinctè conspici.[2]) potest augeri magnitudo objecti in infinitum aucta magnitudine vitri. Certa scilicet distantia objecti fundique excipientis servata. Si plus distat objectum, quam est semidiameter, fundus excipiens distabit minus, si plus summa magnitudo non tantùm parvitate vitri sed et longitudine tubi provenienda potest.

Oppone speculum concavum concentricum radiis recollectis, mirè eos dilatabis et his oppone rursus aliud, etiam mirè dilatabis et potes specula pro libito multiplicare; dummodo omnia sint concentrica inter se, ita manebunt item per imaginem pandochà seu omnis confusionis expertes, et tamen multiplicabuntur in infinitum. Et si alicubi spatium non reperias, ut novum habeas, dirige radios in aliquod speculum concentricum convexum. inde reflecte in aliud concavum, vel dirige in lentem convexam. Nota: Speculis hoc commodum ad multiplicandum inest prae lentibus, quod lentes parvae

1) Hooke hatte seinen Vorschlag in den Phil. Trans. von 1666 veröffentlicht, Newton den seinigen in einem Brief an Oldenburg gemacht, hatte ihn aber später wieder aufgegeben, da er das Versuchsergebnis erhalten zu haben glaubte, die Farbenzerstreuung sei bei allen Körpern die nämliche.

2) Hier ist an den Rand geschrieben: Non potest effici, ut non planum punctorum radii transeant per datum, sed non ut bini radii plurium.

convexae magnificant, specula concava magna. Augeri autem possunt specula in infinitum non verò minus lentes. Miror neminem construxisse tubos merè catoptricos, quod tamen possemus.

Anmerkung. Den ersten Vorschlag zu einem katoptrischen Fernrohr hatte bereits Zucchi in seiner Optica philosophica, die 1656 in Leiden erschien, gemacht, ebenso findet sich ein solcher in Gregorys Optica promota vom Jahre 1673. Ausgeführt waren diese Fernrohre nicht, vielmehr war das erste Spiegelfernrohr, welches wirklich ausgeführt wurde, dasjenige, welches 1672 Newton verfertigte. Darüber berichtete Oldenburg am 25. Januar 1672 an Huygens (Oeuvres complètes VII. S. 128); ob damals auch Leibniz davon Kenntnis erhielt, wissen wir nicht. Zucchis und Gregorys Vorschläge scheinen ihm unbekannt geblieben zu sein. Man wird also die Zeit der Abfassung der obigen Notiz in Leibnizens Aufenthalt in Paris von 1672—1676 setzen müssen (vgl. Guhrauer: Gottfr. Wilh. Freiherr von Leibniz, Breslau 1846, Bd. I, S. 116).

47. [4 Seiten 4°, ziemlich gut geschrieben.]

October 1677. **Dioptrica.**

Cum nunc vitra dioptrica sine ullo torno, atque machinis sola fusione parare possim, spes est, novum orbem in nostro mox apperiturum. Primum autem de elaboratione, postea de usu horum vitrorum uterque. Eligatur primum materia purissima ex vitro, crystallo, adamantide occidentalibus silicibusque. Haec ab omni sale purgetur; quod fit prima fusione; qualis autem fusio esse debeat, ne infuscet, mox dicam. Sal crustam quandam circa vitri massam componit albidam, ubi refrigeravit, detrahendam. Hoc ita peracto materia purificata vel in partes exiguas dirumpatur, vel in fila distrahatur. Distrahitur in fila, si calore rursus emollita in medio at extremis apprehensa vel manu aut forcipula vel aliis vitri forcipibus, parti fusae applicatis, distrahatur. Si in frusta distituerit, tantum flatu tubuli in globulos fundantur; si in fila distructa sit, fili extremum flammae applicatum in globulum pulcherrimum se colliget, etiam sine flatu. Si non globulos, sed lentes majores etiam ingentia vitra objectiva desideremus, sic opinor agendum erit. Majore calore adhibito massarum vitrearum majorum superficies fundantur, certum enim est, eas curvedinem quandam accepturas eamque tanto minorem, seu plano, vel portioni sphaerae majoris diametri propiorem, quanto et latior erit superficies et latior focus seu locus fusionis. Et credibile est eventurum, quod in superficie liquoris, quae ubi planè replet vas, in medio eminet et gibbum format, si inferior sit margini vasis in medio, ni fallor, cava est. ita et cava et convexa parabimus. Convexa simplici massa vitri, nam ipsa sibi plus quàm plana est, margines habens extra se, ultra quos eminet, ut aqua effusa. si includatur vitrum intra vas, vel aliud vitrum altius vel jam sit nonnihil cavum, superficies fusione formata cava erit, faciliora et utiliora sunt convexa. At inquies, quo scimus figuram fore sphaericam. Respondeo, id à me non asserui, nec omnino esse necesse, nam sphaericis usi sumus hactenus non ut optimis, sed ut parabolissimis. Imò alia meliora sunt, quibus credibile est, hac ratione accedi posse, et cum usque adeo multa vitra intra unius horae spatium parata possint, quis

dubitat, quin ex innumeris figuris saepe natura mirificè aptas refractioni, caeterum mirificè politas et figuram, quam habere debent, perfectè habentes nobis datura sit; nam in tanta varietate et combinandi facilitate vel unicum artis miraculum unius diei irritum laborem solabitur, quando alioqui aliquot septimanis indiget, neque tamen ad illam ipsius naturae polituram fusione factum accedi potest. Cavenda est subita nimis refrigeratio, quae distrahet figuras et franget massam. Tantum de flamma monendum et modo massam ipsi exponendi. Ex omnibus flammis nec fortior, nec purior est, quam quae speculo urente excitatur, quale est Lugdunense. Hoc si praesto haberemus, mirificè omnia et maxima allevitate efficeremus. Focus eius satis in rem praesentem latus est, et si non esset, motu aliquo objecti suppleri posset. Fusio haec nihil fuliginis aërisque fert. proxima est flamma Lampadis petroleo distillato et forte cum spiritu vini rectificato animatae. Facilius hoc modo multiplicari possunt lampades in unumque dirigi objectum. Obiter hic noto: si linea urens per latus eat in objectum, id non aequaliter fusum iri, sin perpendiculariter erectum sit objectum ponderi suo descendens etiam aequaliter non fundetur, si verò vitrum superpositum sit flammae horizontaliter seu in eius zenith sit locatum, tunc fundendo cavum credo fiet, si vero flammae in ipsum horizontaliter locatum perpendiculariter descendant, aequaliter erit convexum. Sed haec difficultas non nisi, cum majora vitra paranda sunt aut ex majore sphaera, locum habet. cum inter fundendum metuendum sit, ne minores superficies expandantur in majores, caveri poterit vel limite adjecto, vel si vitra jam tum nonnihil gibbosa. Imponenda autem erit massa sibi ipsi, id est pars fundenda parti non fundendae, ita manebit purissima: eamque in rem praeclarus est pro minoribus usus filorum vitreorum, de quibus supra. ita nec conspurcantur cineribus, nec rei agglutinantur, à qua non facilè separentur.

Paratis jam vitris ad conficienda inde Telescopia vel Microscopia venio. Microscopia vel uno constant vitro, vel pluribus. Si ex pluribus vitris microscopium molimur acutissimam sphaerulam, quae obvertatur objecto, et vitrum mollius, quod oculo obvertatur, sive paratum fusioni, sive communi more tornatum. Crediderim tandem, vitrum fusum esse acutioris objectivi patientius ob perfectam polituram. Et vitrum oculare vel erit ex majore massa superficietenus fusa, vel erit sphaera fusa integra, si prius magis amplificabunt, sed minus et claritatis et in refringendo regularitatis habebunt, si posterius tantùm opus est, ut sphaeras vitreas paulo majores satis perfectas fundendo assequamur, quàm in rem fortissima opus est flamma. Ut si habeatur vitrum oculare ut minimum granulum sinapis, ab sphaera ocularis instar pisi habebimus credo microscopium admirabile et paratu facillimum, nec crassitiè vitrorum obscuratum et perfectissimè politum, et vix puto longius iri debere ante humana, quia claritas sufficiens auctam magnitudinem sequi non potest; nisi fortè eveniat, ut inter multas fusiones vera vitra Hyperbolica et Elliptica vel ipsis proximè accidentia producantur. Quibus fiet, ut claritatis defectu minus laboremus. Sed hoc non ausus asseverare, num ab experientia pendet, quanquam forte hic aliquis geometriae usus esse possit ad vitrorum formam nonnihil determinandam, quam fusio productura est. porro vix opus esse, puto, lentium adhiberi vitrum, ut solet fieri in microscopiis. Illud in vitris fusis egregium, quod, quaecunque sit forma, ad-

mirabiliter politum est, itaque non dubito, ex tam multis figuras aliquas desideratis proximas fore. Omnibus microscopiis hoc commune esse debet, ut objectum, quam maximè licet, illustretur. hoc ita fiet, ut objectum locetur intra vitrum objectivum (id est, si lens sit unica) ipsum et sphaeram vitream aqua plenam, accensa face post tergum quam maximè illustratam igne imprimis nitidissimo et clarissimo inhibito, quod solari proximè accedat, cum ipsum lumen solare non habetur. si velimus, potest sphaera vitrea tingi viridi colore, vel etiam coeruleo obscuriore, ut super nigro clarius omnia appareant. Caetera omnia nigro colore tingenda. Ut verò objectis variis sphaerae aqua vel spiritu vini plenae atque alia clariorem, aut obscuriorem magis minusque illustrationem se proponere licent, utile erit has sphaeras ita locatas esse in circulo mobili, ut ordine venire possint. Eodem modo microscopia poterunt esse in circulo mobilia, ut alia post alia eidem objecto admoveantur. Denique objecta quoque ipsa erunt in circulo mobilia, praeterea poterit objectum idem admoveri, amoveri, elevari, deprimi, gyrari, quod ita fiet. esse eiusdem circuli, cuius centrum *C*, varios radios *ac*, *bc*, *dc*. poterit *bc* poni in locum ipsius *ac*, sed ipsum *bc* poterit ope cochleae exigue elevari aut deprimi, id est *a* admoveri ipsi *c*, aut ab eo amoveri. item cylinder *ac* gyrando circa summum axem poterit mutari, ut res objecta alia atque alia facie appareat. Imò hoc modo dabitur mutatio non tantum sursum et deorsum et in latus

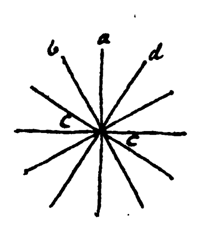


Fig. 61.

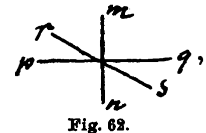


Fig. 62.

id est non totum secundum *mn*, *pq*, sed etiam secundum *rs*, si scilicet ipse cylinder *ac* nonnihil inclinetur, ne sit perpendicularis, dum circa centrum gyratur. porro ut objecti suspensio fiat commodius, utile erit ipsum inter duo tenuissima fila (qualia ex aloes ligno, de quo P. Kircher in arte magnetica), vel duos acus esse sustentatum, vel etiam et melius inter duo fila vitra, sunt enim transparentia, sed fateor nonnihil fragilia, sed hoc nihil refert. porro utile erit praeterea, objectum posse variare aliis modis, e. g. ut pulicis, cuius caput sursum, pedes deorsum, non tantum anteriora et posteriora, sed et verticem capitis et plantam pedum videamus, quam in rem utile, ipsum pulicem *z* esse acui *xy* inter fila *fg* firmiter inserto, sed gyrabili esse infixum et exire semper ex acus extremo rotulam instructam dentibus, Griffel, quo circumagendo manu aciculam variabimus, atque ita omnia exactissimè exhibebuntur in omni situ possibili. non acus gyrari potest, fila autem *gfgf* elevari aut deprimi, nonnihil in latus inclinari, imò plane amoveri, denique circa axem per medium inter *f*, *g* transeuntem gyrari possunt. Unum restat, ut minutissimas objecti partes movere possimus, quod fiet, si rem aliam, etiam subtilem ac microscopio tantum visibilem, sed duram et rigidam paratam habeamus, ut pedem pulicis vel simile quiddam, cuius ope subtilissima filamenta et vasa moveamus, comprimamus, inflectamus, rumpamus, vesiculas perforemus. cochleis autem ista movenda sunt, id est lentissimè. Melius adhuc erit, si genu infixum sit acui mobili

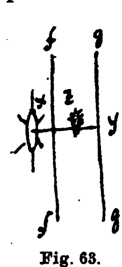


Fig. 63.

xy in medio eius, super quo sit acicula alia mobilis cum genu, cui objectum infixum. Haec de microscopiis sufficere arbitror.

Pro Telescopiis repeto posse vitra Elliptica et Hyperbolica confici, vel ipsis proxima ex tot fusionibus, sed his missis constat, tubos contrahi posse admirabiliter salvo effectu, si vitra ocularia essent acutissima. ita enim intra pedis spatium fieri poterit, quod alias viginti pedibus; sed opus objectivo probè polito, quod optime fiet fusione sive duas adhibendo sphärulas ad mirificè differentes sive ob alterius parvitatem, sive pro objectivo sumendo vitrum superficietenus fusum. puto hoc demum modo parari posse Telescopium non inferius Drebeliano, quod possit gestari in mansueto et unius ope literae ad aliquot consilia [?] legi possit. Itaque tempus esse arbitror, ut paulo majora conamur.

Anmerkung. Die Erfindungsgeschichte des Fernrohres und des Mikroskops hat noch nicht vollständig aufgeklärt werden können. Wie die Verfertiger der ersten Uhren mit Hemmung waren die Erfinder der optischen Instrumente praktische Mechaniker, welche versäumten, ihre Arbeiten durch den Druck bekannt zu machen. So kann man es nur als wahrscheinlich hinstellen, daß Janßen um 1590 das zusammengesetzte Mikroskop[1]) und vielleicht auch das holländische Fernrohr zuerst angab, die älteste aktenmäßige Nachricht über die Erfindung des letzteren aber ist das Patent, welches 1608 Lippersheim darauf erhielt.[2]) Drebbel, der ein Gewerbe daraus machte, neue Apparate, auch wenn sie nicht von ihm herrührten, dem großen Publikum bekannt zu machen, indem er der besseren Wirkung auf dieses wegen sie und sich mit einem die Neugierde reizenden Geheimnis umgab, hatte sich in den Besitz beider Instrumente gesetzt, und sein Schwiegersohn Kuppler, der nach des Schwiegervaters Tode das Geschäft fortsetzte, hatte das Mikroskop und vielleicht auch das Fernrohr nach Italien und dort zur Kenntnis Galileis gebracht, welcher das Fernrohr nacherfand, die Wirkungsweise des Mikroskops erklärte. So nennt denn auch Leibniz das Fernrohr das Drebbelsche Teleskop. Die vorstehende Arbeit hat im Gegensatz zu den früheren mehr einen praktischen Zweck. Leibniz hat offenbar die Bestrebungen der Cartesius, Huygens, Campani u. a., größeren Linsen durch Schleifen die richtige Form zu geben, im Gegensatz zu Tschirnhaus und Hartsoeker, welche bestrebt waren, sie, freilich ohne wirklichen Erfolg, durch Gießen der Glasmasse in Formen zu erhalten, im Auge. Es ist wohl begreiflich, daß er, da er darüber keine Versuche anstellte oder Erfahrungen sammeln konnte, dem gegossenen Glase den Vorzug gab. Mit dem einfachen aus einer kleinen kugelförmigen Linse bestehenden Mikroskop machte seit den 70er Jahren des 17. Jahrhunderts Leeuwenhoek seine berühmten Beobachtungen. Sowohl seines, als auch eine Menge anderer gegen das Ende des 17. Jahrhunderts von Jan van Musschenbroek, Leutmann u. a. verfertigter einfacher Mikroskope zeigen die von Leibniz empfohlene Anwendung feiner Spitzen und Schräubchen, sowie Knie darstellender, sehr geschickt angebrachter und verfertigter Kugelgelenke in größter

1) Gerland und Traumüller, Geschichte der physikalischen Experimentierkunst. Leipzig 1899. S. 115.

2) Gerland, Geschichte der Physik. Leipzig 1892. S. 100.

Mannigfaltigkeit.[1]) Die Fernrohre aber war man gezwungen gewesen immer länger zu machen, so daß **Huygens** 1684 das Rohr ganz weggelassen und nur die beiden Linsen beibehalten hatte.[2]) Mit einiger Wahrscheinlichkeit wird man also die Abfassungszeit der obigen Abhandlung um das Jahr 1680 setzen dürfen.

48. [Ein Blatt 2°, zum Teil beschrieben, oben etwas abgerissen.]

. . .[3]) de la nature des couleurs.

. . s[4]) pendant quelque temps le dedans de votre main avec quelque étoffe, vous . . .[5])ires une chaleur entierement semblable à celle, que le feu fait sentir, quand on en est proche. pressez avec le doigt un des coins de vos yeux pendant la nuit, vous verres paroistre vers le costé opposé, comme un rond lumineux; si on se heurte rudement la teste contre un mur, on apperçoit des eclairs et des lumieres et si on ferme les yeux apres avoir regardé le soleil, on voit pendant quelque temps une espece de lumiere, dont l'eclat s'efface peu à peu, prenant successivement des couleurs moins vives, comme le rouge, (+ le jaune) le vert, le bleu et le violet.

Ayes une chambre exposee au soleil pendant 2 ou 3 heures de suite, fermes les fenestres et laisses seulement une ouverture ronde ou quarrée environ d'un pouce de largeur à la quelle vous appliqueries une petite lame de cuivre [ou] de fer blanc forée de 4 ou 5 trous ronds, dont le plus grand de 3 ou 4 lignes de diametre, le moindre d'une demiligne, selon qu'on voudra plus ou moins de lumiere. Leurs bords ne seront pas luisans, mais induits de quelque teinture noire sans éclat.

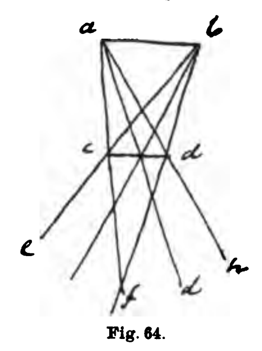


Fig. 64.

Les rayons qui partent d'un même point de soleil sont censés paralleles à cause de la grande distance, savoir dh, cf venant de a et ce, dg venans de b. je suppose ab le disque de soleil, cd le diametre de l'ouverture d'une chambre obscure.

CD[6]) radius à puncto solis C per punctum diametri foraminis D.

CD, CE, CF	censendi	paralleli	inter	se
BD, BE, BF	„	„	„	„
AD, AE, AF,	„	„	„	„

1) Vgl. **Gerland**, Bericht über den historischen Teil der internationalen Ausstellung wissenschaftlicher Apparate in London im Jahre 1876 in Hofmanns Bericht usw. Braunschweig 1879. S. 51ff. **Cöster** und **Gerland**, Beschreibung der Sammlung astronomischer, geodätischer und physikalischer Apparate im Königlichen Museum zu Cassel. Cassel 1878. S. 45.

2) **Huygens**, Journal des Sçavans III. 6. Dec. 1684. Amsterdam 1685. S. 384; auch Opera varia I. Lugd. Bat. 1724. S. 261.

3) Abgerissen, vielleicht Note. 4) Abgerissen, wohl frottes.

5) Abgerissen, wohl sentires.

6) Das Folgende späterer Zusatz.

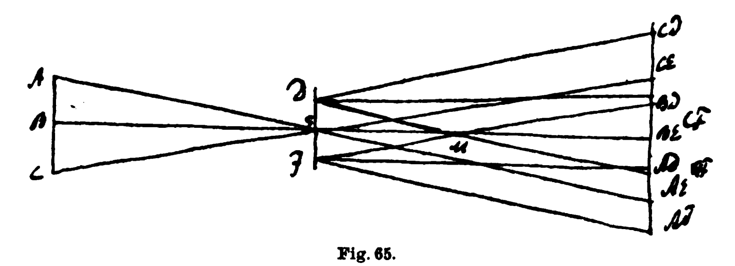


Fig. 65.

orbicularis

CD, *AF* diameter luminis in camera obscura recepti.

Lux inter *CF* et *AD* satis aequabilis, sed annulus inter *CD*, *CF* et *AF*, *AD* comprehensus continuè versus extremitates diminuetur, velut quaedam penumbra; si *C*, *BE* est quadrupla lineae *E*, erit *M* sedecuplo illuminatior.

L'experience de diffraction du *P*. Grimaldi, qui dit, que le rayon s'écarte passant par un petit trou, et fait une figure plus grande, que la rectitude des rayons ne demande, ne s'est pas trouvée veritable.

In transitu ex aëre in aquam sinus compl. anguli refractionis est $^3/_4$, sinus compl. anguli incidentiae, si transeat in vitrum, est $^2/_3$.

Radii, qui ob nimiam obliquitatem refringi non possunt, reflectuntur (an sine coloribus? puto +) Etsi ˘‿˘ et ὐ aqua leviores, tamen refractio in his major, quàm in aqua et vitro propior.

Si radius lucis ad punctum choroidis perveniat, videri videtur in recta ad tangentem choroidis perpendiculari, non in ea, qua venit. Hinc omnes radii, ab eodem objecti puncto venientes ad idem punctum choroidis per diversas refractionum vias, videntur esse unus idemque radius et eadem via venire. Hoc multis experimentis probatur, inter alia isto: Sit *k* objectum exiguum opacum pupillae aperturae minus, ut caput aciculae. hoc trium aut quatuor linearum distantia absit ab oculo, sit aliud valde exiguum objectum valde clarum in distantia majore et magis debile, cuius medium *A*, à quo radii *AD*, *AE* refracti in *H* uniantur,

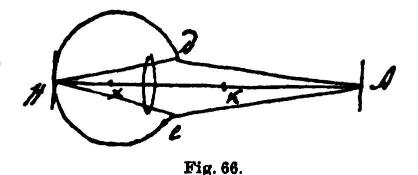


Fig. 66.

apparebit punctum *A* in medio seu in linea *AKH*, etsi objectum *K* obstet. ratio est, quin omnes radii, ut *DH*, *EH* videntur venire per *xH*, seu ex *x*, centro visionis. Hinc objectum videtur in vera situatione, licet inversum pingatur in oculi fundo. Item duo oculi uno videbunt loco objectum scilicet in intersectione duorum axium.

Anmerkung. Man möchte die vorstehende Notiz für einen Versuch halten auf Grund der Scheinerschen Beobachtungen die von Grimaldi entdeckten Beugungserscheinungen für nicht vorhanden zu erklären. Indem Leibniz sie auf das Auge anwendet, kommt er zu anderen Resultaten. Immerhin tritt Leibnizens Absicht nicht scharf genug hervor, um sie mit aller Klarheit erkennen zu können. Scheiners hier in Betracht kommende Schrift Oculus sive Fundamentum opticum war zuerst 1619, Grimaldis

Physico-mathesis de lumine, coloribus et iride 1665 erschienen. Es scheint demnach, als ob die Leibnizsche Note nicht allzu lange nach dieser Zeit geschrieben sei. Die Lichterscheinungen im Auge, die durch Druck hervorgerufen werden, kannte übrigens bereits Aristoteles; Newton macht über ihre Ursache die Annahme, daß sie in der mechanischen Erschütterung der Netzhaut ihren Grund habe. „When a Coal of Fire" sagt er[1]), „moved nimbly in the circumference of a Circle, makes the whole circumference appear like a Circle of Fire: Is it not because the Motions excited in the bottom of the Eye by the Rays of Light are of a lasting nature, and continue till the Coal of Fire in going round returns to its former place? And considering the lastingness of the Motions excited in the bottom of the Eye by Light, are they not of a vibrating nature?"

49. [1 Blatt 8°, die eine Seite zum Teil schlecht beschrieben.]

Experimentum circa oculum. Admove filum aliquod aut pedem unum circini oculo. minus propinque videbis ab uno eodemque oculo plus una vice videri et per multiplicatas imagines nihilominus transparentiam, ut aliud objectum, v. g. liber oppositus videatur. Vero tum imago paulo crassior in modo tot imaginum spurcarum erit. Eae spurcae imagines constituent quasi medium densius circa oculum, ita ut moto filo cum eo moveatur quasi haec iris et cum eo objectum aliud, quod per eius transparentiam videtur. In certa autem distantia ab oculo transparet omnis illa corona. Et id observandum sit, ne in pluribus . . .[2]) diversa et quo gradu, quaeve hinc consequentur, ducenda. Notabile est, nimis propinquum pedem circini licet satis crassi evanescere in istam iridem, ita ut intermedium undique [?] sit instar fili tenuis tantùm aut quasi umbrae. Fit hoc, quia radii tunc non colligentur ad unum punctum.

Anmerkung. Das schwer zu lesende Blatt gibt eine Beobachtung Leibnizens, welche zeigt, wie er sich über alles, was ihm auffiel, klar zu werden suchte und alles für ihn Bemerkenswerte in für ihn ausreichender Weise zu Papier brachte. Hinsichtlich der beobachteten Tatsache selbst ist daran zu erinnern, daß Leibniz[3]) kurzsichtig war. Den dicker erscheinenden Faden benutzt man jetzt, allerdings wohl in etwas anderer Haltung, wie ihn Leibniz angewendet zu haben scheint, als einfachstes Optometer zur Bestimmung des Fernpunktes und des Nähepunktes.

50. [1 Blatt lang 8°, einseitig beschrieben.]

Radii quidam ex lucido prodientes sunt interoculares, quia obtecta re evanescunt. aperto oculo in situ parallelo non apparent. sunt multiplicati. Nimia contractione oculi apparent, nimia apertura non apparent. Sed si

1) Newton Opticks. 2. Ed. London 1718. S. 322. Query 16. Vgl. Helmholtz, Handbuch der physiologischen Optik. 2. Aufl. Hamburg u. Leipzig 1896. S. 238. 2) Unleserlich, vielleicht distantiis.

3) Vgl. die oft abgedruckte, von anderer Hand als Imago Leibnitii überschriebene Schilderung, die Leibniz von sich selbst macht. Sie findet sich u. a. in Guhrauer, Gottfried Wilhelm, Freiherr von Leibniz. Breslau 1846. Bd. II. S. 338 ff.

contractio sit ultra modum rursus evanescunt. Duplicis generis sunt, alii oriuntur ab oculo nimis elevato, alii à nimis contracto, à nimis aperto, item nimis depresso oriuntur multi, si oculus sit nimis depressus, ne ex contractione quidem oriuntur. Si oculus contrahatur, oriuntur in partem et superiorem et inferiorem, si elevetur tantum in superiorem, si parum elevetur et contrahatur eunt radii sursum et deorsum, sed si parum deprimatur vel parallelus sit oculus et contrahatur, tantum deorsum. Radii ejus elevatione decussati sunt, oculi sinistri tendunt à dextro versus sinistrum, oculi dextri à sinistro versus dextrum. quanto altius elevas, tanto magis explicant se radii et quasi multiplicant, sed attenuant instar protegminis solaris explicabilis sonnenfächer, quo feminae urbanae utantur. qui deorsum tendunt, sunt duo ab uno tantum oculo decussati, in diverso tamen euntes. Et notandum iterum, quod qui a parte lucidi dextra venit, est sinisterior et tendit versus sinistrum et contra. Non decussantur, quia ex uno quasi puncto prodeunt. in compressione praeterea nebula quaedam videtur circumdare lumen, quae vera et non intentionalis, ut caetera. Notandum, si nimis comprimas, statui evanescere radios, si minus eleves, non evanescere, sed redire. Et eos, qui ab elevatione fiunt, esse crassiores. Et quo longius lux abest, longiores, item dilatiores et quasi a se distantiores et rarioris texturae, pauciores etiam ab uno oculo, quam duobus, adeo ut credibile sit, haec inde distantias metiri licere, sed non longas, nisi lumen sit vivacissimum, alioqui enim radios non emittit.

Anmerkung. In bezug auf diese Notiz ist das nämliche zu sagen, wie zu Nr. 49. Auch hier ist festzuhalten, daß Leibniz kurzsichtig war.

51. [Letztes Stück eines abgeschnittenen halben Bogens. Sehr schwer zu lesen.]

Optima ratio repraesentandi, quod vides, seu campum integrum facilè repraesentandi sine camera obscura, quae non est portabilis aut si est portabilis, manus intus commodè agere non potest. Id ergo ita fiat. Sumatur speculum statuaturque immobile, in eo speculo delineetur ita ut tegatur objectum, vel saltem extrema ejus lineamenta et partium quaeque lineamenta. Haec delineatio ex speculo in chartam exprimatur: speculum facile rursus detergetur. Utile est speculum esse magnum. Sed ut fiat nihilominus portabile, possunt juncturae sibi bene aptari, incedente forte mastyche etc. Nota etiam picturas colorem sic facilè in speculo repraesentatas, videbis enim, an consentiat sibi color objecti et speculi, quippe sibi in ipso speculo contingi. Nulli est pingendi ratio melior, etiam personae sic optimè pingentur et alia mobilia. Si ipsis speculum ita alligas, ut modis ipsis, speculum ad eos retineat perfectè . . .[1]) eundem, vel quia id difficile ob modum artium primarium, sint limites in speculo, intra quos homo se restituat semel egressus et picta speculum reddat hominis in limites priores, saltem per partes inprimi, ut vultus exprimatur.

Anmerkung. Eine recht flüchtig hingeworfene kaum zu entziffernde Idee, deren Ausführung Leibniz gewiß nicht versucht hat, noch hat versuchen lassen.

1) Unleserlich, vielleicht modum.

52. [Kleines Blättchen, auf einer Seite beschrieben.]

Prodiit tandem Newtoni liber de coloribus, et ad me ex Anglia missus est. Magna diligentia versavit vim colorum. Sed nec parva opus est, ut quae habet, expendantur, quod vellem mihi liceret. Lucem, qualis est solaris, constare, ait, ex radiis diversae refrangibilitatis, et qui maximè refringantur, violaceos esse, qui minimum rubeos. Unum quemque esse constantem in sua refrangibilitate, et sinuum legem servare. in quo experientia eius, si bene memini, contradicit experientiae Mariotti, viri alioquin diligentis, qui deprehendere sibi visus est, radios coloratos nova refractione iterum mutare colorem. Sed Newtono, qui id diu et pene unum agit, fidere malim, donec ad experimentum venire liceat. Notavit et radios, qui magis refringuntur, etiam prius nimiam obliquitatem pati, qua reflectantur, si ...[1]) examinasset, quid fiat in hoc saltu a refractione ad reflexionem! Addit et objecta semper radii colorati homogenei colorem assumere. Homogenei, inquam, nam duplex v. g. viride esse naturalem seu homogeneum et ex flavo et coeruleo mistum, illud immutabile hoc secus. Spatia quae radii colorati occupant puto invenire sic satis cum musicis intervallis.

Refractionem et reflexionem cognatae rationis esse, et superficiem, quae sit magis refractionis, esse et magis reflexionis.

Anmerkung. Newtons Optik war 1704 erschienen, die Abfassung obiger Notiz muß also in diese Zeit fallen. Die erste Veröffentlichung seiner Ideen war übrigens in einer 1672 in den Philosophical Transactions erfolgt, Mariotte hatte sich in seiner 1681 in Paris erschienenen Schrift Essai sur la nature des couleurs gegen sie erklärt. Den Nachweis, daß Mariottes Widerspruch auf ungenauen Experimenten beruhte, führte viel später Desaguliers, nicht bereits, wie man nach Poggendorffs (Geschichte der Physik, Leipzig 1879, S. 672) und Rosenbergers (Geschichte der Physik, Bd. II, Braunschweig 1884, S. 198) Darstellung schließen möchte, kurz nach dem Erscheinen von Mariottes Essai. War doch Desaguliers erst 1683 geboren! Aus obiger Notiz ergibt sich wiederum Leibnizens Interesse an der totalen Reflexion. Auch möchte man aus der Vergleichung der Farbenunterschiede mit den musikalischen Intervallen schließen, daß Leibniz damals bereits die Möglichkeit der Erklärung der Farben aus der Undulationstheorie vor Augen sah.

53. [Kleiner Zettel.]

Mirum, quod Luna nobis major apparet, cum horizonti propior est, quam ubi valde elevata est in coelo, minor. quanto magis elevatur coelo, major fit; vera diameter apparens instrumento mensurata. Hoc jam notum sit Keplero Astron. opt. p. 360. Lunam majorem revera apparere, ubi elevatur super horizontem, minor non est, quia revera propior est, quantum satis semidiameter terrae; illud mirum, cur sensus communis horizonti propiorem majorem judicet. (Causa est quod majorem judicamus, quia corporibus pluribus respondet, ut fit, cum luna horizonti propior est et intuens simul terram vidit.)

---

1) Unleserlich, vielleicht quidem.

Anmerkung. Es ist bekannt, daß die merkwürdige Erscheinung bereits im Altertum beobachtet und in der Weise, wie es Leibniz in der Klammer tut, schon von Ptolemaeus erklärt worden ist. Das Werk von Kepler, was Leibniz zitiert, ist wohl: Ad Vitellionem paralipomena, quibus astronomiae pars optica traditur. Francofurti 1604. Die erste wirklich brauchbare Erklärung der optischen Täuschung stellte Robert Smith[1]) 1728, also 14 Jahre nach Leibnizens Tode, auf, eine vollständige gelang erst Helmholtz[2]).

54. [1¼ Seiten 2°. Auf einer Seite beschrieben.]

An ope opticae fieri possint lineae altioris gradus, seu plusquam conicae, ut parabolastra, scilicet elaborata certi generis per tornationem. Hac ratione describi poterunt omnia genera figurarum, quibus opus est ad aequationes, quae fortasse fingi possunt. Maximi haec res momenti est, quia nullum habemus aptiorem describendi figuras modum, quo enim observantur lineae radiis visualibus exactiores. Et hoc modo faciendum est pantographum, quod eadem opera erit pantometrum, quantum ad praxin, dabitque perfectum circulum proportionum. Nam profectò motus necesse esset, esse tam impositum, ut nulla alioquin futura sit praxeos in describendis tot figuris spes. Si posset ustoria vitrea [?] linea in plano vel solido exactè delineari, haberemus perfectum artis Tornatoriae mirificum, actis illis planis circa sua centra descriptisque conoeidibus aut cylindroeidibus. Tentandum an, si homo lineam illam motu stabili sequatur, homo scilicet manuum ad aliquid stabiliter persequendum assuetarum. an non fortassè tam exacta futura sit abscissio, quàm per Tornum. Nam certè et Tornus haberi non potest, qui non aliquantum vacillet, et tamen videmus figuras sphaericas satis esse bonas. Et homo aliquis exercitatus manuum ad animam persequendam promtarum, agit fere id, quod Tornus, nam plura agit non variis conatibus repetitis, sed uno in una linea, in quo consistet habitus promtitudo, ut videmus, eos facere, qui instrumentis Musicis ludunt, et eos quoque, qui libera manu circulos bene tornatos aliaque figurarum genera exhibent, et mira velocitate aliorum delineata aut etiam naturae lineamenta in charta exhibent, ita ut non ovum ovo videatur similius. Hi profecto facilius longè super lineam à luce aut umbra repraesentatam aliam lineam ei congruentem ducent idque, qua aqua forti fieri utile est, nam instrumentum sculptorum, cum subitò moveri non possit, non aequè delinearet uno modo. Aqua fortis locum ipsae foveae designabit, quae si infundatur copiosius planum perfectè abscindet. Quare ita instituendae sunt rationes nostrae, ne Geometriam practicam ab Optica divellamus, sed ut parallelae inter se decurrant. Opera fortasse nobis potest practicè inveniri, non duas tantum, sed et plures medias proportionales. vide, quae dixit Lana in prodromo, ubi Microscopium adhibet ad quosdam usus Geometricos. Tentandum, an ope opticae possit describi Linea Logarithmica,

---

1) Smith, A complete system of optics. Cambridge 1728. Deutsche Ausgabe. S. 418.

2) Helmholtz, Handbuch der physiologischen Optik. 2. Aufl. Hamburg und Leipzig 1896. S. 774.

de qua Renaldinus, Jac. Gregorius, P. Pardies. Fortasse et maius aliquid praestari potest optica. Scilicet analysis lineae datae in causis generationis, ut ei dubio situ linea ipsa data, Hyperbola aut quid aliud, poterit hoc exactè definiri per effectus, quos praestant vitra optica conflicta. Quod tale est, ut non possit praestari ab ipsa Geometria, nec à motu, nec ulla alia arte humana. Idque applicari poterit et ad analysin numerorum figuris recommodatorum, ut in circulo proportionum, in linea arithmetica a. aliter. adde, quae mihi de Arithmetica eiusmodi dixit Bûot. Omnes resolutiones Numerorum fieri possunt, ut invenire Radicem surdosolidam numeri dati, id faciemus, si percurramus omnes numeros surdosolidos, usque dum inveniamus datum, aut sciamus, nos eam jam praecesisse assumamusque proximum. Sed compendia in his invenire, id verô artis ist.

Anmerkung. Der Proportionalzirkel, den Leibniz meint, ist offenbar der von Galilei 1596 erfundene. Er war ein Instrument, „qui sert à connoître les proportions entre les quantitez de même espece, comme entre une ligne et une autre ligne, entre une surface et une autre surface, entre un solide et un autre solide etc.“[1]) und bestand aus zwei so durch ein Gelenk miteinander verbundenen Linealen aus Messing, daß diese unter allen Winkeln von 0^0 bis 180^0 gegeneinander geneigt werden konnten. Auf den Linealen waren die zum Gebrauch notwendigen Maße angebracht. Während dieser Zirkel nur noch einen geschichtlichen Wert hat, ist der etwa um dieselbe Zeit von Bürgi erfundene Proportional- oder Reduktionszirkel, ein Zirkel mit zwei auf beiden Seiten in Spitzen endenden Beinen, die durch ein verschiebbares, den Kopf bildendes Gelenk verbunden sind, noch im Gebrauch. Zur Erklärung des Ausdruckes surdosolidus sei daran erinnert, daß Leibniz die Irrationalzahlen numeri surdi nannte. In einem in der Königlichen Bibliothek zu Hannover befindliche, Initia Mathematica betitelten Manuskript sagt er in dem Abschnitt de Quantitate: „itaque non est numerus nisi irrationalis, ut vocant, sive potius ineffabilis, ἄλογος, surdus“ und erläutert ihren Begriff an $\sqrt{2}$ und in dem folgenden Abschnitt: De Magnitudine et Mensura bemerkt er: „et numerus ei, quod cum mensura pro unitate assumta incommensurabile est, assignandas vocatur surdus vel irrationalis; sin commensurabilis sit unitati, rationalis appellatur“.[2]) Der Titel der angezogenen Schrift von Francesco de Lana ist: Prodromo, ovvero Saggio di alcune invenzioni nuove premesso all' arte maestra. Brescia 1670. Die logarithmische Linie behandelt Carlo Renaldini im Opus algebraicum, in quo praeter antiquam algebram nova quoque pertractatur. Über James Gregory s. Cantor Vorlesungen über Geschichte der Mathematik III. 2. Aufl. Leipzig 1900. S. 62 und 75. Der Jesuit Pardies war Professor in Pau und starb kurz nach seiner Übersiedelung nach Paris im Jahre 1683. Jacques Buot war Professor der Mathematik des Pages de la grande Ecurie in Paris, wo er 1675 starb.

1) Bion, Traité de la Construction et des principaux usages des Instruments de Mathematique. A la Haye 1723. S. 29.

2) Gerhardt, Leibnizens mathematische Schriften. 2. Abt. Bd. III, Leibnizens gesammelte Werke. Bd. 7. Halle a. S. 1863. S. 31 und 38.

Distanzmesser.

55. [1 Blatt 4° auf einer Seite beschrieben.]

Diu quaesita est apud mathematicis ratio metendi intervalla magnitudinesque ex una paulum statione, quia plures eligere non semper pro arbitrio licet. Aggressi sunt hoc quidem, sed omnes, qui quidem in publicum prodiêre sophismate aliquo subtili, eligebant scilicet in hac, quam dicebant una statione, duas alias parum distantes, atque ita pene, ut ex duabus valde remotis stationibus alii, objecta dimetiebantur: ita Camillus, Raverta caeterique, sed eo fructu, ut in quam talicunque notabili distantia ob baseos parvitatem angulique statim coeuntis ac parvitate evanescentis acutiem nullus usus esset. Mihi verò incidit ratio quaedam mirabilis nec, quod sciam, ab nullo tentata, ex eadem praecisè statione, seu eodem datae stationis puncto oculo pariter objectoque immobili manente, quod ab omnibus mathematicis uno ore impossibile pronuntiatum est, distantiam objecti dati ac proinde veram eius magnitudinem inveniendi: idque in distantia propemodum quantacunque, imò, quod incredibile ni paradoxum videbitur, in distantia etiam majore, quàm in qua vulgaris ex pluribus stationibus metiendi ratio ausa esse possit. cùm enim in coelestibus constet parallaxes, id est ex duabus stationibus metiendi rationem aegrè ad solem usque sufficere, in mea ita comparata est, ut ad Saturnum pertingere certum, ad fixas spes sit posse. Et est praeterea huic operari, quod auget admirationem, lapis quidam Lydius, vel, ut vocant, proba ita comparata, ut impossibile sit evenire vel minimum in observando, instrumentis, computatione errorum, quin universalitate inventi eum subesse detegat. Quod quanti sit in coelestibus terrestribusque manenti nemo prudens dubitare potest.

Anmerkung. Es ist zu bedauern, daß Leibniz über seinen Plan, von dem er sich so viel zu versprechen scheint, nichts Weiteres mitgeteilt hat. Aus den wenigen Angaben, die er macht, möchte man an einen Distanzmesser mit Latte denken, bei dem ja die Messung der Entfernung auf der Messung des parallaktischen Winkels beruht, wenn er nicht Entfernungen damit zu messen beabsichtigte, welche die auf der Erde vorkommenden um ein bedeutendes übertreffen. Schon während seines Pariser Aufenthaltes von 1672—1676 redet Leibniz von seinem Plane, den er, ohne ihn kund zu machen, ein bisher vergebens gesuchtes Mittel nennt.[1] Unmöglich wäre es auch nicht, daß er einen Fadendistanzmesser im Auge hatte, wie ihn 1674 der damalige Professor der Mathematik und Astronomie zu Bologna Gemiani Montanari angab. Übrigens nannte man noch viel später Distanzmesser aus einem Stand solche, die von den zwei Endpunkten einer Basis beobachteten, wenn diese nur eine geringe Länge hatte, wie dies z. B. der im Museum in Cassel befindliche, aus der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts stammende, von Hergett und der ebendaselbst aufbewahrte, 1745 von Kleinschmid angegebene, aber erst 1770 von J. C. Breithaupt ausgeführte[2]) beweisen.

1) Guhrauer, Gottfried Wilhelm, Freiherr von Leibniz. Breslau 1846. Bd. I. S. 116.

2) Cöster und Gerland, Beschreibung der Sammlung astronomischer, geodätischer und physikalischer Apparate im Königlichen Museum zu Cassel. Cassel 1878. S. 36ff.

Magnetismus.

56. [9 Zeilen von Leibnizens Hand.]

Si verum est, dari polos magneticos mobiles à polis telluris differentes, sequetur, loca omnia, quae sub eodem meridiano sunt cum loco variatione carente etiam variatione carere, nec simul loca diversorum meridianorum variatione carere posse. Quae an ita sint, observationes facilè docebunt. is, qui contra Bondium scripsit, non videtur admodum rei intelligens, loquitur non satis mathematicè, defendit quietem terrae. Bondius vult non horizontalem sed inclinatorium acum adhibere, nec satis mentem suam explicat.

Anmerkung. Zu Leibnizens Zeiten verstand man unter Variation das, was wir jetzt Deklination nennen. Henry Bond war Lehrer der Mathematik und Navigationskunst zu Radcliff bei London. Er hatte, wie andere bereits vor ihm, 1676 den Vorschlag gemacht, die Länge eines Ortes durch Beobachtung der Deklination und der Inklination zu finden. Der, welcher gegen ihn schrieb, ist wohl Beckborrow. Der Streit zwischen ihm und Bond in Verbindung mit Acostas Ansicht von vier Linien ohne Abweichung, welche die ganze Erdoberfläche teilen sollen, ist vielleicht, wie Alexander von Humboldt (Kosmos IV. S. 58. Stuttgart und Tübingen 1858) meint, auf Halleys schon 1683 entworfene Theorie von vier magnetischen Polen oder Konvergenzpunkten von Einfluß gewesen.

Darstellung der physikalischen Lehren.

57. [3 Seiten 2°, ziemlich gut geschrieben.]

Elementorum physicae conscribendus erit libellus, cui adjiciatur descriptio pyropi, id est noctilucae constantis, simulque ignis non consumentis, neque alimento indigentis.

Physica nostra non aget de observationibus utque Historia naturae, sed de rationibus sive qualitatibus, et quae ex illis vel necessariò, vel certe per se (si nil impediat scilicet) sequuntur. Nam tantum postea opus erit, has ratiocinationes observationibus applicare. Erit ergo prima pars de Qualitatibus; altera pars verò aget de Subjectis qualitatum sive de corporibus, quae in mundo extant, ubi Historia cum ratiocinatione jungetur.

Agemus igitur de corpore et eius qualitatibus tum intelligibilibus, quae distinctè concipimus, tum sensilibus, quae confusè percipimus.

Corpus est extensum mobile, resistens, id est quod agere et pati potest, quatenus extensum est. Agere si sit in motu, pati si motui resistat consideranda itaque primum Extensio, deinde Motus, tertio Resistentia seu Concursus.

Extensum est, quod habet magnitudinem et situm. Est autem magnitudo modus determinandi omnes rei partes, cum quibus res intelligi possit.

Situs est modus determinandi omnes rei partes[1]), cum quibus res percipi possit.

1) Die Worte omnes rei partes fehlen bei Leibniz.

Magnitudo rei exactè cognita est cognito numero partium cuidam mensurae congruentium. Agendum erit ergo de Numeris, tam certis seu definitis, quod est Arithmeticae, tum indefinitis, quod est Algebrae. Hic de aequalitate et ratione. Nam aequalia sunt quae congrua fieri possunt. Ratio est ad aequalitatem, ut numerus ad unitatem. Situs partium rei inter se dicitur Figura. Hinc oriuntur similia, quae discerni non possunt, nisi simul percipiantur. Homogenea autem sunt, quae reddi possunt similia. Omnia similia et aequalia sunt congrua.

Antequam de figura agatur, agendum de Spatio ipso et de puncto; de sphaera et de intersectione duarum sphaerarum seu circulo; de plano, de intersectione duorum planorum seu recta; de intersectione trium sphaerarum seu puncto. Unde patet, cur puncti locus sit datus, si ejus distantia ex tribus aliis punctis sit data; et praeterea plaga; nam tres sphaerae se in duobus punctis secare possunt. Hinc habebimus et naturam lineae rectae, cur scilicet duae rectae non possint nisi duo puncta habere communia: hinc jam elementorum facilis erit demonstratio. Et haec quidem erit consideratio Figurarum sine ullo adhibito motu.

Sequitur jam Motus seu mutatio situs, ubi motus efficiendi circulum et rectam. Hic explicanda erit scientia ...[1]) sive de motuum vestigiis. De modo exhibendi rectam, planum, sphäram, conum, coni sectiones earumque in plano delineationes; de figuris magis ad has compositis, de varia motuum compositione.

De concursu seu de motu et resistentia inter se junctis. Ubi de variis machinis, rotis, palis.

Hoc potius omittetur.

Hinc jam demonstrandum est: Spatium esse indefinite extensum, nam nulla ratio esse potest, cur alibi finiatur, quia de quocunque aliquid concludi potest, id de eius simili similiter concludi potest. Itaque idem magis adhuc de circulo majore concludetur, quod conclusum est de minore. Itaque impossibile est assignari posse certam aliquam sphäram, ultra quam ne spatium extet. Nam si ratio esset aliqua pro ista, eadem ratio proportionaliter pro aliis omnibus valere. Deus autem nihil agit sine ratione.

Demonstrandum est etiam, omne corpus esse actu divisum in partes minores seu non dari atomos ac nullum in corpore assignari posse accuratè continuum. Ex hujus divisionis modo oritur fluidum et firmum; spatium vacuum et corpus perfectè fluidum nullo modo discerni posse. Non dari corpus perfectè fluidum. Non dari vacuum. Cartesius introducta sua materia subtili, vacuum solummodo nominetenus sustulit.

Sequitur jam de incorporeis. Fiunt quaedam in corpore, quae ex sola necessitate materiae explicari non possunt; qualia sunt leges motus, quae pendent ex principio Metaphysico de aequalitate causae atque effectus. Hic ergo agendum de anima et ostendendum omnia esse animata. Nisi anima esset seu forma quaedam, corpus non esset ens aliquod, quia nulla eius pars assignari potest, quae non iterum ex pluribus constet, itaque nihil assignari posset in corpore, quod dici posset hoc aliquid sive unum quiddam. De natura animae seu formae esse perceptionem aliquam et appetitum, et

1) Unleserlich, wohl de motu.

cur; quae sunt animae passiones et actiones, nimirum quia resultant animae ex DEO res cogitante, seu sunt imitationes idearum. . Omnes animae sunt inextinguibiles, sed eae demum immortales sunt, quae cives sunt in Republica universi, seu quibus DEus non solum autor, sed et Rex est, his enim peculiari quadam ratione conjungitur, hae animae dicuntur Mentes, hae unquam obliviscuntur sui, hae solae cogitant DEUM; distinctasque habent de rebus conceptiones, ineptum est perceptionem soli homini tribuere velle; cum tamen omnia corpora perceptionem aliquam pro modulo perfectionis suae habere possunt adeoque et habeant, nam quicquid fieri potest, nullo aliorum detrimento id utique fit, quia omnia perfectissimè fiunt. Explicanda hic natura voluptatis et doloris, quae est nihil aliud, quam perceptio successus, seu perfectionis suae; itaque cum conatui satisfit, successus est, cum ei resistitur, oritur dolor. Tot sunt specula universa, quot mentes; omnis enim mens totum universum percipit, sed confusè.

De vi seu potentia nunc agendum est; ubi sciendum est, eam aestimandam esse â quantitate effectus. Esse autem potentiam effectus et causae inter se aequales, nam si major esset effectus, haberemus motum perpetuum mechanicum, si minor, non haberemus motum perpetuum physicum. Hic operae pretium ostendere, non posse eandem servari quantitatem motus, sed servari tamen eandem quantitatem potentiae. In Universo tamen videndum est, an non servetur et eadem quantitas motus.

De perturbationibus et restitutionibus, de natis inde reciprocationibus. de Isochronismo reciprocationum liberarum et omnimodarum. Tempora igitur esse, ut potentias. In omni machina seu composita potentia aequabili ratione tenditur ad restitutionem.

De pondere seu corporis soliditate, ac de centro gravitatis. Ostenditur in unoquoque corpore esse centrum gravitatis.

De vi elastica.

De vi magnetica.

De concursibus, de reflexionibus.

De firmitatis gradibus, de fluidis, firmis, flexilibus, tenacibus etc.

De motu solidi in fluido.

De refractione in transitu ab uno fluido in alterum.

Videntur revera, omnia esse fluida, sed variè tantum plicata, sine solutione continui.

De his, quae ex certis quibusdam legibus reflexionis et refractionis sequuntur.

De corporibus tensis eorumque pulsationibus et vibrationibus.

De fluido intra fluidum; de fluido intra solidum, quod exire non potest; de fluido extra solidum, quod intrare non potest, de fluido permeante.

De fluido Elastico, ac de propagatione vibrationum in eo; ac de corporibus homotonis.

Tractandum de stellatis crystallis aliisque corporum figurationibus.

Optimum erit parum immorari τῇ ἀκριβολογίᾳ defininiendi ac demonstrandi, sed continuo atque lucido sermone rem omnem exponere. itaque sic ordiemur:

Cum felicitas nostra in mentis perfectione consistat, mens autem nostra in hac vita à corpore suo variè afficiatur et corpus humanum ab aliis

circumstantibus corporibus juvari et laedi posset, ideò corporum naturam nosse magna sapientiae pars haberi debet; ut vim eorum noxiam declinemus, amicam experiamur. Bona enim censenda sunt tum, quae voluptate in praesens afficiunt, modo non maius malum post se trahant, tum, quae dolorem impediunt, tum verò, quae nos reddunt potentiores ad grata comparanda, ingrata amolienda. Quae his contraria sunt, Mala habentur. Bona autem tum produci, tum, si jam producta sint, nobis admoveri possunt, contra mala vel destrui sive immutari, vel depelli. itaque cognoscendae sunt corporum proprietates, item quomodo corpora produci, immutari, atque etiam loco moveri possint. Antequam enim corporum natura ad usus nostros satis referri possit, prius ipsa per se intelligenda est.

Duo sunt modi, quibus corporum attributa cognoscimus, experientia et ratiocinatio. Sunt enim, quae solis sensibus discimus, exempli causa, quod magnes ferrum tracturus sit, nemo unquam divinâsset. Sunt alia, quae praevideri possunt sine ullo experimento, ut si libra quaedam accuratè elaborata sit, id est ab utraque parte eodem se modo habeat, et duo globuli accuratè tornati aequales ejusdemque materiae duabus lancibus imponuntur, nemo ratione utens dubitabit, bilancem in aequilibrio fore, etiamsi hoc nunquam fuisset expertus. Sunt denique, quae principiis partim à sensu, partim à ratione sumtis nituntur, exempli causa, quod speculum sphaericum concavum soli expositum materiam combustibilem in aliquo loco, quem focum appellant, accendet. Nam sensu didicimus, radios solis collectos flammam excitare posse, et vel sensu vel ratione constat, radios lucis in superficiem aliquam incidentes inde reflecti ad angulos aequales respectu tangentis; hinc jam adhibitis propositionibus Geometriae sola ratione cognitis ex natura superficiei sphäricae facile colligitur, radios solis ita reflecti, ut in exiguo spatio colligantur, ibique adurant. itaque fieri potest, ut specula caustica sint inventum rationis potius, quam casus: quemadmodum Tubi optici jam apud Portam adumbratim extabant, antequam in Belgio executioni fuissent mandati. Et huiusmodi multa alia vitae utilia esse arbitror, quibus ob solam exequendi segnitiem hactenus caretur.

Anmerkung. Es ist sehr zu bedauern, daß Leibniz diesen vielversprechenden Entwurf, der u. a. bereits auf das Prinzip der Erhaltung der Energie hindeutet, nicht weiter ausgeführt hat. Der Wissenschaft, die wir jetzt Physik nennen, würde freilich der kleinere Teil des Werkes gewidmet gewesen sein. Da Leibniz in den einleitenden Bemerkungen offenbar auf die 1680 erschienenen Arbeiten Boyles über Phosphoreszenz anspielt, so wird man die Zeit der Niederschrift des obigen Entwurfes etwa auf die Mitte der 80er Jahre des 17. Jahrhunderts setzen dürfen.

Mechanischer Teil.

Bewegungslehre.

58. [1 Blatt 8° von Leibnizens Hand.]

De Motu tractationis conspectus. Febr. 1678.

Lib. I. metaphysicus. de motu relato ad subjectum suum; (utrum sit absolutus, an respectivus, id est uni an pluribus simul insit) tempus; (an incipere ac finire possit: continuus sit, an interruptus); de eius causa, seu motore (Deo).

non nisi respectu causae seu modi explicandi proprius cui libet corpori tribui potest moto, id est corpus, cujus impenetrabilitas in considerationem adhibenda est ad explicandam mutationem.

Lib. II. Geometricus. de determinatione et descriptione, uno verbo, de designatione punctorum, linearum, superficierum solidorum. quoad figuram ac magnitudinem. seu de motuum vestigiis. seu de relatione motus ad spatium.

Huc quae de motuum compositionibus. Huc de motu optico et apparentiis astrorum.

Lib. III. Organicus. de instrumentis, quibus fit, ut unum corpus aliud ducat, seu de effectu praesenti motus corporis in alio corpore, seu quomodo in dato corporum positu motus motum comitetur. Deque usu organorum tum ad magnitudines designandas, tum ad alia quaedam singularia circa situm motumque praestanda adhibitis corporibus fluidis flexilibus.

Breviter de consideratione motus relati praeter spatium ad corporis impenetrabilitatem.

Ex praesenti corporum satis concludere praecedentem, quod quaeritur seu de accessu et regressu factum supponendum.

Lib. IV. Physicus. De Potentiis seu quomodo motu praesenti aliud motus futurus sequatur; praecedenti libro tantum explicata sit motuum concomitantia. Hic praeter considerationem spatii impenetrabilitatis adhibetur consideratio autoris, nam ex hac sola absolvi potest, non verò ex sola consideratione spatii et impenetrabilitatis. Nam motor ille non aget sine ratione. Huc resistentia solidorum.[1])

---

1) An den Rand ist ganz klein geschrieben: Natura semper tendit ad aliquem finem, et ubi enim assecuta est, eadem vi rursus ab eo recedit. Ut semper in rebus varietas servetur. Alioqui dudum omnia ad quietem pervenissent. Hinc corpus eadem celeritate recedit, qua accessit.

Lib. V. De Machinis seu Mechanicis.[1]) Huc pertinebit descriptio potentissimarum machinarum utilium ex. g. Domus, quoad resistentiam, navis, quoad motum. Organum pneumaticum. Horologium. Sclopetum. Thermoscopium. Baroscopium. Horologiorum follis. Antlia (quanquam simplex consideratio embolorum etc., si virium consideratio absit, potius ad mechanicam spectent), jactus aquae, elevatio aquae ex profundis fodinis (instrumenta Musica, quae pendent ex Elaterio aliisque mechanicis. Optica, quin etiam intensio soni. Musargia, quanquam forte rectius tunc separentur Musica et Optica, quia soni et colorum rationes nondum perfectè patent, itaque videndum, et an resistentiae natura perfectè pateat), venti vis, pyrobolica, in quantum calculo subfici possunt (sed et haec forte tamen excludentur). De vorticibus. De curru. De arte gladiatoria. De Funambulis. Descriptio horologii per planum inclinatum temperati inventum funambuli artificialis, ubi inclinando statum pondus in alteram transferatur pontem, ne facile cadere possit, quod graditur. De viribus . . . . .[2]) et de machina animali imitata. Machina mea arithmetica. libra se determinans. Architectonica quatenus columnas et proportiones considerat, pertinet ad doctrinam de geometria. Nam geometriae est explicare, quid sit maximè elegans ex capite proportionum. Si paranda tamen hinc, quorum pulchritudo oritur ex humana opinione, id est ex eo, quod homini placet, non bufoni, nec araneae. Haec enim physica sunt. Et pertinent ad doctrinam de voluptate excitanda.

Lib. 1. De motus natura. Lib. 2. De motus vestigiis in spatio. Lib. 3. De Motuum concomitantia seu quomodo corpora sese ducant. Lib. 4. De Motuum effectu seu de potentia corporum. An forte tutius erit, proponere Librum 3. secundo. Nam excomitantiis resultant vestigia, non verò ex vestigiis concomitantiae. Itaque duo videntur esse effectus Motus unus in mente, nempe apparentiae, alter in alio corpore, nempe potentiae.

Anmerkung. Im Vergleich zu den zu Leibnizens Zeiten und auch noch viel später üblichen schulmäßigen Einteilungen der Mechanik und Physik ist dieser auf philosophischer Grundlage ruhende Entwurf sehr beachtenswert.

Reibung.

59. [4 Seiten 2° mit sehr vielen Korrekturen.]

G. G. L. Observatio Mechanica de Resistentia Frictionis.

Frictionem dixeris resistentiam, quam motus patitur ab inaequalitate superficia, per quam incedit. Et habet locum, sive solidum a solido, sive liquidum a liquido, sive denique solidum a liquido tangatur. Liquidum à liquido ut cum gutta . . .,[3]) solidum à solido, ut cum traha in solo incedit, solidum à liquido, ut cum aqua per canalem fluit; et contra

1) Mit kleiner Schrift über Lib. V. etc. geschrieben steht: Elementa Machinarum simul problemata edunt [?], de quibus alii, ut vim in distans transferre per motus in liquido.

2) Unleserlich, wohl animalibus. 3) Vielleicht in aquam cadit.

cum navis in aqua fertur. Et constat, diu in itinere versatam muscoque obsitam lentius ire. Et nuper à viris ingeniosissimis examinata est ex subtilioris matheseos fundamentis et calculo infinite simali certaque hypothesi inventa figura navis quam minimum caeteris paribus resistens.[1])

Sed hoc loco magis de Frictione solidi contra solidum agemus, ubi fit ob superficierum inaequalitatem (utcunque politae videantur), ut una respectu alterius limae aut serrae rationem habeat, unumque corpus dentibus quasi alterius mordeatur. Porro ut motus unius corporis ad alterum incedentis procedat non obstante hac, ut sic dicam, inserratura, necesse est, ut vel corpora à se invicem nonnihil removeantur inter incedendum, et extricantur, vel ut obstacula illa eminentiolarum seu inaequalitatum superentur: prius locum habet, cum corpus unum super alio volvitur, posterius cum sese ut ita dicam, radunt. Et quidem de motu volutionis mox plura, tanquam de remedio frictionis.

Porro illae inserraturae resistentia sive asperitas superatur vel abradendo, vel deprimendo. Et asperitas vel tota ferè redit post depressionem, depressa se in modum elastri restituente vel pro parte saltem non redit, dum quod depressum manet. Plerumque tamen continua quaedam restitutio fit, eadem ad sensum resistentia manente, cum scilicet aliquandiu jam motus duravit. tunc enim ferè aut certè subacta sunt, quae hoc pati potuere. illa vel ad transeundum necessaria.

His ita expositis faciliùs examinabimus elegans problema Cl. Amontons[2]) non ita pridem cum jactura scientiae defuncti: Ponatur, super plano AB incedere corpus plano CD appressum pondere E. Statuit Dn. Amontons, eodem manente pondere E, nihil referre, quantum sit planum CD. Atque hoc, ut videtur argumento, quod plano CD aucto plures suae partes pondus sustinentes: ideoque minor est depressio in qualibet parte, adeoque et minor in qualibet parte resistentia; adeoque commodo incommodum compensatur. Quod quidem argumentum depressionum foret, si resistentia frictionis foret proportionalis depressioni et depressio ponderis incumbenti. Sed neutrum satis locum habet non prius; nam praeter depressionem, qua denticuli, ut sic dicam, unius superficiei in alteram intrant, aestimandus est rigor et figura eminentiarum: non posterius, quod exemplo aëris elastici illustrari potest. Finge embolum ope ponderis impositi in cylindrum cavum aëre plenum intrudi ad altitudinem pedis, patet non posse duplicato pondere intrudi statim ad altitudinem bipedalem, sed crescere difficultatem. Et rota currus onerati ad sex pollices in tellurem penetrans, non ideò duplicato

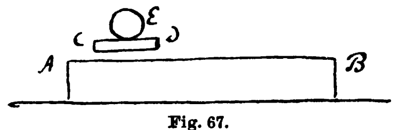


Fig. 67.

1) Der ursprüngliche durch Randbemerkung beseitigte Text lautete: est quòd superficies unius inaequalis alteri transeunti sive liquido sive solido, obstaculum facit. Etiam liquido, inquam; nam constat, naves diu in itinere versatas, musco et aliis adhaerentibus obsitas lentius navigare. Et idèo nuper examinata à viris doctissimis ex subtilioris Matheseos fundamentis figura navis, quàm minimum caeteris paribus resistentis et ope calculi infinitesimalis inventa est.

2) Sur la resistance causée dans les machines par le frottement et par la roideur des Cordes. Mém. de l'Acad. des Sciences. Paris 1699.

onere penetrabit ad altitudinem pedis; cum terra magis magisque constitutior et ad cedendum difficilior. praeterea si, ut plerumque fit, onus E non ubique aequaliter incumbat plano CD, non ubique aequalis erit depressio, unde multae nascuntur varietates, quae impedire possint, ne magnitudo sustentantis difficultatem sustentationis accuratè compenset.

Porro non tantum pondere resistentia frictionis intenditur, sed etiam ipso moventium nisu, cum scilicet directio unius non est superficiei alterius parallela, sed penetrare, quodammodo nititur in ipsum ejus corpus. Unde oritur coactura quaedam (es zwinget sich).[1]) Atque hoc imprimis fit in dentibus rotarum in se invicem agentium; quae rotae tantam invicem pressionem exercent, ut ipse axis, qui rotam firmare debent, interdum loco emoveantur; si facilius scilicet id fieri possit, quam sisti potentia, aut vinci onus, aut frangi dentes. Et haec violenta appressio dentium aut bacillorum efficit, ut non minus intendatur inde frictio, quam si ingentibus ponderibus dens denti apprimeretur. ita enim alterum corpus ab altero profundius mordetur, valles fiunt depressiores, eminentiolae altiores, una verò major inserratura seu asperitas; atque adeò difficilior obstaculi superatio.

Venio nunc ad remedia Frictionis: ea duûm sunt generum, vel enim minuitur frictio in incessu corporis super corpore; vel ipse tollitur super incessu ex toto, vel parte. Minuitur et quodammodo evanescit frictio in incessu. si corpus in alio incedat non vadendo, sed intercedente Volutione. ita enim eminentiae ex alterius vallibus seu depressionibus se rursus attollunt exeuntque, ita ut jam abrasio vel depressio inaequalitatum minus necessaria sit. Quod intelligatur clarius sciendum est, si intimum esse contactum superincedentis radentem, volventem et mixtum. Radens est contactus, si idem punctum unius incedat per diversa puncta alterius, ut tracta super glacie incedit; ubique politior est utriusque superficies, eò facilior est superincessus. Sed volvendo fit superincessus (velut cum super rotis, aut cylindris, aut globis inceditur). ubi puncto contactionis in utroque corpore continuè mutantur, quando scilicet perfecta volutio est. Denique mixtus est modus radens provolutione, ut saepe fit in curruum rotis, cum difficulter circa suum axem versantur. Etiam cum funis aut catena super trochleis aut cylindris incedunt, quos movent, provolutio fit. nam provolutio locum habet, sive circumferentia circuli incedat super linea, sive linea super circuli circumferentia, modo circulus volvatur, at radens motus foret, si et funis super cylindro immoto labi deberet, quod in casu repetitae aliquoties circumplicationis difficillimum est. Eaque consideratione usus est, qui apud Galilaeum machinam excogitavit, qua quis commodè se ex alto demittere possit.[2])

Volvi autem possunt non tantum circuli, qui describunt Cycloides vel Epicycloides, sed etiam aliae curvae, quae describunt trochoidales quascunque. Circuli autem (quorum revolutione magis indigemus) dupliciter volvuntur; vel enim volvuntur super ipso puncto contactus, quae verè provolutio est, quemadmodum fit, cum onus aliquod cylindris vel globis

1) Dieser und die folgenden Zusätze in deutscher Sprache von Leibnizens Hand.

2) Discorsi e dimos trazioni matematiche. S. Ostwalds Klassiker der exakten Naturwissenschaften. Nr. 11. Erster und zweiter Tag. Leipzig 1890. S. 10.

liberis imponitur; vel circuli aut cylindri aut trochleae volvuntur circa centrum immotum; praestat prior modus enim commodè adhiberi potest, cessatque tunc frictio circa axem. Est textoribus ingeniosoribus instrumentum emblematibus figurandis aptum, quod Spigilicum, nî fallor, vocant, ubi trochleae quaedam suspensae et centro axeque carentes, intusque vacuae tamen circumaguntur. Quin etiam quidem axem rotae horizontalem ex catena suspendit, cui ipse vicem trochleae praestabat: ita frictio ab incumbente axe orta cessabat.

Commodum volutionis supra motum radentem egregiè consideravit olim illustris vir Olaus Romerus Danus, cum Parisiis in Observatorio Regio ageret: animadvertit enim dentes rotarum, ut vulgo fiunt, sine certae figurae debitu, valde coactè et incommodè moveri, dum alterius rotae vel regulae dentem violentes radunt. itaque excogitavit figuram, qua tantum volverentur, non raderent, et eam non sine profundioris Geometriae auxilio invenit esse Epicycloidalem; orandusque est, ut tandem aliquando totam pulcherrimi rationem in lucem edat.[1]) Quanquam autem incommodum vulgò minui soleat brevitate et multitudine dentium; (quae etiam efficit, ut divisa in plures actione non ita facile frangantur) interdum tamen non exiguum observatur. veluti cum ope dentium rotae apprehenditur pollex (Germanis Däumling) ingenti et ponderoso conto tusorio vel pistillo (Stämpel) verticaliter posito affixus eoque ipso perpendiculariter attollitur contus tusorius, et mox, dimisso pollice à dente lapsu suo comminutioni aut triturae corporum, vel expressioni succorum inservit. ibi enim operae pretium est dentibus pollicique figuram convenientem dari.

Alterum remedium frictionis est, ut ipse incessus unius super altero tollatur aut diminuatur. Et Machinae quidem Perraltianae in notis ad Vitruvium[2]) diarioque eruditorum editae ad priorem classem pertinent, quia res ibi ad incessum funis vel catenae super trochlea adeòque à motu radente ad volutorium traducitur. Sed tollit incessum ipsum Motus Axis curvati (Galli Manivellam vocant), cum ausa ad angulum rectum inflexa. perticam quandam huc illuc movet, quod praestat, quam dentes adhibere, aut ovalem viri celeberrimi Salomonis Morlandi[3]), in quibus multum est frictionis, quae in axe curvato pro maxima parte cessat. Etsi enim motus ejus non sit aequabilis (ut objicit Morlandus), id ipsum tamen sua commoda habet. Veluti cum exigua est quantitas aquae rotam circumacturae, sufficit tamen initio, quando et exigua est operatio, cum scilicet magna circuli portio exiguum propulsum rectilineum facit; interea nova affluente aqua impetus concipitur, qui tunc quoque sufficit; cum progressu circulationis major fit propellendi difficultas. Si verò resistentia semper esset aequalis, rota per intervalla interquiesceret; quod sua interdum incommoda habet. Adde durabilitatem axis curvati, qua longè dentibus praestat. Frictio autem perticae ad ansam, à qua movetur, et ad vectem, quem movet, aliqua quidem, sed

---

1) Dies ist nicht geschehen, wohl aber hat Leibniz die Mitteilung übernommen in Miscellanea Berol. 1710. I. S. 315.

2) Les dix livres d'architecture de Vitruve. Paris 1673, 2. Aufl. Paris 1684.

3) Élevation des eaux part toute sorte de machines, reduite à la mesure, aupoids à la balance, par le moyen d'un nouveau piston et corps de pompe et d'un nouveau mouvement cyclo-elliptique. Paris 1685.

exigua est, si dentium (non emendatae figurae) aut similium transferendi motus organorum resistentiae conferatur; caeterum obliquitas motus perticae ne noceat in Antliis aut similibus variis modis, effici potest et vulgo plerumque obtinetur ipsa longitudine hastarum, quas trahit pertica, ut non amplius sensibilis sit obliquitas, ubi ad embolum usque pervenit.

Habentur et Machinamenta non nulla superincessu carentia, in quibus sine dentium et trochlearum ope, motus transfertur, et nihilo minus rota vel ab alia rota, vel à motu reciproco aliquo continuatim circumagitur; quae feliciter adhibita sunt in magnis operibus. Sed ea hoc loco describere prolixum foret. itaque finiemus hanc Notationem, ubi admonuerimus, data vi motrice datoque tempore effectum augeri machinis non posse, nisi accidentaria obstacula (quorum potissimum à frictione oritur), quoad licet removenda, ut parcamus potentiae, caveamusque, ne in supervacua effundatur. Nullum hîc aliud est quàm parsimoniae lucrum.

Anmerkung. Da Amontons, von dem Leibniz als dem vor kurzem verstorbenen spricht, am 11. Oktober 1705 verschied, die durch Leibniz besorgte Veröffentlichung der Arbeit Römers aber 1710 erfolgte, so muß die vorliegende Arbeit zwischen diesen beiden Grenzen, wahrscheinlich 1706 verfaßt sein. Besonderes Interesse dürften die Schlußworte haben, die zu einer noch eifrig nach dem Perpetuum mobile suchenden Zeit dessen Unmöglichkeit durchblicken lassen und sehr entschieden auf das Prinzip der Erhaltung der Energie hinweisen.

Perpetuum mobile.

60. [Blatt von Leibnizens Hand.]

D. Bechers inventio motus perpetui könte ausgemachet werden durch eine invention einer unsichtbaren Windmühle, dadurch die Uhr allezeit ohne einges Spannen auffziehen gehen müsse, weil ers mit Regenwasser guth machen wollen, welches lächerlich gewesen. Hatte nur eine Sommer Uhr gehen. Aber die sind keine wahren motus perpetui, so man sucht, were doch gleichwohl nützlich. Geschehe also, wenn das Hauptrad allezeit vor sich gehen müsse, wenn gleich das andere bald auff, bald abgienge, were es hinunter, trieb es der wind doch allezeit wieder herauff. Wir woltens aber verdecken, dass der Wind oben dazwischen hinein gienge und kein Mensch das Werck sehen köndte.

61. [Blatt in 2° von Leibnizens Hand zur Hälfte beschrieben.]

Es scheint, dass des Hn. Orphiraei machina nicht zu verachten, sondern etwas sonderliches in sich habe und vielleicht einen ansehnlichen Nutzen ergeben möchte.

Solte sich nun bey einer zulänglichen Untersuchung finden, dass das Werck nützlich im grossen zu thun und zum Exempel die Wasser bey Bergwercken damit auss den gruben zu heben, so getraute man sich dem inventori dafür eine ansehnliche Summa geldes zu schaffen, welche aber, dafern sie auff einmahl oder auf kurtze Termine aussgezahlet werden solte, gleichwohl

bekandter Ursachen wegen, die sich bey denen Rentkammern finden, nicht alzu hochgespannt werden müsse.

Demnach sowohl dem publico als dem inventori zu helffen, wäre nöthig

(1) dass man durch genaue Untersuchung sich versichere wasmassen etwas durch diese invention nüzlich im grossen zu thun, damit man sich nicht durch Vortragung einer unzulänglichen Sache bei den Höfen prostituire.

(2) Köndte man alsdann mit dem inventore wegen einer gewissen Summe geldes abrede nehmen, auff der er zu bestehen hätte und da man ihm zu verschaffen suchen würde.

(3) Köndte ihm zu seiner interimssubsitzenz gleich anfangs etwas ausgezahlet und ferner biss zur erlangung seiner ganzen recompens mit einem jährlichen an Hand gegangen werden.

Anmerkung. Orffyreus (Orphiraeus), eigentlich Beßler, war 1680 zu Zittau geboren. Er hat ein abenteuerndes unstetes Leben geführt, das ihn in Deutschland, England und Holland seine Apparate und Medikamente vertreibend weit herumbrachte, bis er für kurze Zeit bei dem Landgrafen Carl von Hessen auf Grund der Erfindung eines Perpetuum mobile, was sich später freilich als Betrug erwies, angestellt wurde. Er starb 1745. Die Nr. 61 scheint für den Landgrafen Carl bestimmt gewesen zu sein, dem dann auch Leibniz das Konzept für die Ernennung des Orffyreus ausgearbeitet hat. Wenigstens findet sich ein Entwurf zu einer solchen mit dem Datum des 14. November 1704 in seinen hinterlassenen Schriften, von dessen Veröffentlichung aber abgesehen werden kann, doch setzt sie den Zeitpunkt der Abfassung von Nr. 61 fest. Auf das Ergebnis der von Leibniz angeratenen und durch damit Betraute ausgeführten Untersuchung hin wurde Orffyreus wirklich in Cassel angestellt.

Mit dem Begriffe des Perpetuum mobile nahm es indessen die übrige damalige Gelehrtenwelt nicht so genau, wie Leibniz. Während Drebbel und Otto von Guericke ihre Luftthermobarometer Perpetuum mobiles nannten und damit bewiesen, daß sie über die eigentliche Bedeutung dieses Begriffes noch im unklaren waren, faßte ihn Leibniz, wie der Schluß von 59 erkennen läßt, im strengen Sinne und bewies die Unmöglichkeit seiner Ausführung auf die nämliche Weise, wie es nach Aufstellung des Prinzips der Erhaltung der Energie auch jetzt noch geschieht. Bei den Apparaten von Becher und von Orffyreus vermutete er deshalb die Nutzbarmachung einer äußeren Kraft und, da er den Wert einer solchen, die sich, wie Wasser- und Windkraft, immer wieder erneuerte, bei seinen Bestrebungen, dem Harzer Bergbau aufzuhelfen (s. unten Nr. 74 ff.), sehr wohl erkannt hatte, so interessierte er sich für alles, was dafür neue Wege zu eröffnen schien, in hohem Grade.

Technischer Teil.

Uhren und Uhrwerke.

62. [1 Blatt 4°, halb beschrieben.]

Ad habendum horologium gnomonicum in cylindro seu baculo erecto sit sphaera, cuius poli 1. 2; et aequator 3. 4. 5. et horizon 6. 7. 8, cuius Zenit *Z* et Nadir *N*. adeoque Meridianus loci 1 *Z* 2 *N*, omnes circulos hic positos secans et centrum sphaerae 9, per quod transeat axis cylindri 10. 11, qui axis sit perpendicularis ad planum horizontis et *N*. 10. 9. 11. *Z* erit recta. Sit Zodiacus 12. 13. 14. et tropici 12. 15 et 14. 16. Et sit hodie sol in loco Zodiaci 13 adeoque in parallelo 17. 13. 18. Et hoc momento sit hora respondens meridiano 1. 19. 2, secans Zodiacum in 19 sitque sol in loco 19 supra horizontem. Consideretur sol, ut punctum et juncta[1]) intelligatur 9. 19. Exhibeatur planum horizontis 6. 7. 8, in quo linea meridiana 6. 8, axis cylindri, erectus sit 9. 11. Ex puncto solis 19. 20 junctaque intelligatur recta 9. 20. Et angulus 19. 9. 20 erit elevatio solis super horizontem et angulus 8. 9. 20 erit declinatio solis a meridiano sit 21. 22. 23 superficies cylindrica, cuius axis 9. 11 et pinna 9. 24 soli obversa, et 25 projectio puncti 19 in recta 21. 22, parallela ipsi 11. 9, dare debet horam. Res ergo huc redit: data elevatione poli et loco solis in Zodiaco seu declinatione solis et hora diei invenire elevationem solis super horizontem vel contra, datis duobus prioribus et elevatione solis super horizontem invenire tempus diei seu horam.

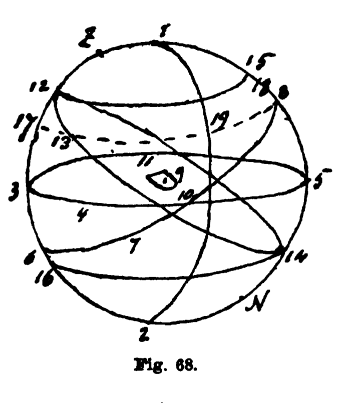


Fig. 68.

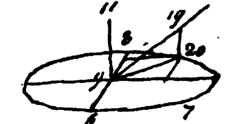


Fig. 69.

Fig. 70.

Datur distantia paralleli 17. 19. 18 ab aequatore nempe 19. 26.

---

1) Scil. recta.

63.

Extrait d'une Lettre de Mr. Leibniz à l'Auteur du Journal, touchant le principe de justesse des Horloges portatives de son Invention.

[Journal des Scavans de l'An MDCLXXV par le Sieur G. G. A. D. C. à Amsterdam M. D. CLXXVII. S. 96. Abgedruckt in Dutens, G. G. Leibnitii opera omnia. T. III. Genevae. MDCCLXVIII. S. 135.]

Le principe dont je me suis avisé il y a quelques années pour donner une horloge juste et portative, est tout different de celuy de la durée égale des balancements ou vibrations inégales des pendules, ou des ressorts, que M. Hugens[1]) a appliqué aux horloges avec un applaudissement si general. Celuy-là depend d'une observation Physique, au lieu que le mien n'est fondé que sur une reflexion purement mechanique assez aisée, et dont la raison et demonstration même est manifeste à nos sens, à laquelle on n'a pas pris garde, faute de l'art de combinaisons, dont l'usage est bien plus general que celuy de l'Algebre. Car ayant consideré qu'un ressort estant rebandé au même point se debandera toûjours en même temps; s'il trouve la même liberté de se debander subitement; j'ay inferé qu'on en pourroit employer deux, dont l'un joueroit pendant que le premier mobile de l'horloge debanderoit l'autre. car ainsi il n' importera pas s'il le rebande plus ou moins viste, pourveu qu'il le rebande avant que l'autre acheve de se rebander, et par consequent l'un délivrant l'autre sur la fin de son mouvement, ce jeu durera toûjours uniformement, et en laissant passer à chaque retour ou periode de ces deux ressorts, une dent d'une certaine roüe entrainée par le mouvement ordinaire, et qui conte les secondes ou autres parties du temps égales aux periodes, nous avons une horloge ou montre telle que nous pourrons desirer.

I'ay fait executer cette pensée de la façon qui s'ensuit. Soit *AB* une de plaques de l'horloge: deux barillets dentez dans lesquels les petites spires ou ressorts sont enfermez, *C* et *M*. Les dents de barillets prennent celles

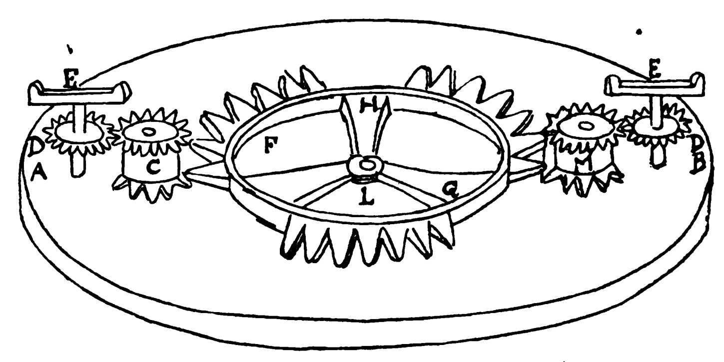


Fig. 71.

des pignons *DD*, qui portent les balanciers *EE*, et d'autres dents des dits barillets sont prises par celles de la roüe interrompuë *FG*. Imaginons à

1) So unterschrieb sich der holländische Gelehrte in französischer Sprache, in lateinischer Hugenius, in holländischer Huygens (nicht Huyghens).

present, que cette roue *FG* uniё dans le sens *HF*, par la force du premier mobile d'horloge, et tournant le barillet *C*, bande le ressort qu'il renferme, et s'arreste avec le barillet aussi tost qu'elle a bandé ce ressort. La piece qui sert à arrester, est aisée et on n'a pas jugé necessaire de la marquer pour ne pas embarasser la figure. Mais pendant qu'une partie dentée de la roue interrompuё *FG*, sçavoir *F*, tourne le barillet *C*, la partie vuide qui luy est opposée scavoir *G*, répond à l'autre barillet *M*, et donne la liberté au ressort qu'il renferme de se débander. Ainsi pendant que le mouvement d'horloge bande le petit ressort du barillet *C*, en même temps le petit ressort de l'autre barillet *M*, se debande luy même. Je dis, en même temps, excepté que le ressort *C*, aura un peu plustôt achevé d'estre bandé, que le ressort *M* n'ait achevé de se débander. De sorte que le ressort *C*, estant bandé, et la roue *FG* arrestée; tous deux attendent en cette que le ressort *M*, quand il sera tout à fait débandé, touche sur la fin de son mouvement, une détente au piece qui les délivre. Alors le ressort *C* se débande de soy même à son tour; les dents de la rouё interrompuё qui continuё son mouvement en même sens qu'auparavant depuis qu'elle est délivrée ne pouvant plus l'en empescher, parce que le barillet *C* rencontre à present à la partie vuide *H* de la dite rouё. Mais avant qu'il acheve de se bander, la partie dentée *L*, opposée à la partie vuide *H* tournant le barillet *M*, rebande son ressort et l'ayant fait, s'arreste avec luy, attendant que le ressort *C* achevant de se débander, les delivre par une grace reciproque, et rende au ressort *M* les mêmes services, qu'il en avoit receus pour en attendre d'autres tout semblables.

Cela bien consideré, il est manifeste que les mêmes fonctions alternatives dureront toûjours. Que les periodes prises du moment qu'un ressort commence à se débander, jusqu'au moment qu'il se débande encore une fois, seront toujours Isochrons, ou d'égale durée quoyque les deux petits ressorts ne soient pas également forts. Que le balancier d'une telle horloge ou montre sera double; qu'on le charchera plus ou moins, et qu'on luy donnera le délay, en avançant ou reculant le long des deux bras deux poids égaux, dont l'un contre-balance l'autre, afin que le changement de la situation ne puisse nuire aucunement à l'égalité de l'horloge. Au reste on se pourra passer dans les montres de cette construction de la fusée, et par consequent de la corde ou chainette. Il est aisé aussi de juger qu'elles pourront estre assez petites; qu'elles ne feront pas plus de bruit que les montres ordinaires[1]), qu'elles seront aussi exactes que les pendules, et qu'elles ne cesseront pas de marcher, pendant qu'on le remonte.[2]) Et quoy que le mouvement de rouёs de l'horloge puisse estre alteré par plusieurs accidents: comme sont celuy de l'inegalité

1) Auf den lautlosen Gang der Uhren legte man damals viel Gewicht; in einem Briefe an Christian Huygens vom 25. März 1660 hebt Guisony besonders hervor, daß „un ouurier" (Matteo Campani) eine geräuschlos gehende Pendeluhr gebaut habe (Huygens, Oeuvres complètes. III. S. 46).

2) Huygens hatte bereits bei der ersten Konstruktion seiner Pendeluhr im Jahre 1658 eine Einrichtung getroffen, welche bewirkte, daß die Uhr auch während des Aufziehens weiter ging. (Huygens, Opera varia. Vol. I. S. 1. c. f. Gerland und Traumüller, Geschichte der physikalischen Experimentierkunst. Leipzig 1899. S. 180.)

du mouvement du grand ressort ordinaire ou du premier mobile; le frottement des rouës plus ou moins grand selon que l'huyle se fond ou s'épaissit; la rouille, le verdegrès, le jeu de pieces, l'inegalité des dents, et quantité d'autres sujétions: neantmoins les periodes des petits ressorts n'y seront pas interessées, pourveu que le mouvement des rouës de l'horloge ait toûjours plus de force qu'il ne luy en faut pour les rebander: ce qui est en nostre pouvoir. Ainsi le principe d'egalité est assuré icy par une espece de demonstration toute Geometrique, et toute rigoureuse; mais aussi toute évidente aux capacités même les plus mediocres.

Il reste de toucher en peu de mots les Objections faites par quelques personnes intelligentes. Ils sont tous demeuré d'accord que ce seroit un montre ou horloge parfaitement juste pour l'usage ordinaire: mais à l'égard de l'application aus LONGJTUDes, on a fait d'abord les difficultez suivantes. Que le choc fait trembler les ressorts aussi bien que les autres pieces, que la roüille le mangera, puisque l'humidité salée de la mer dans les longues, navigations n'épargne pas mêmes les aigüilles de boussoles; quoy qu'enfermées dans leur boëttes, que les changemens des saisons et des climats altérent sensiblement les ressorts, sur tout les grandes chaleurs, ou les pluyes entre les Tropiques, qui détrempent l'acier en quelque façon à la longue: on adjoûte que les experiences de l'Illustre Academie de Florence font voir avec quelle facilité la chaleur et le froid changent les ressort minces; outre que l'air plus ou moins condensé resistera aussi plus ou moins au mouvement du Balancier. Qu'en travaillant les ressorts s'affoiblissent, et qu'enfin il y aura toûjours quelque peu de frottement, qui fera que les pieces marcheront avec plus ou moins de facilité, et que mêmes elles s'useront à la fin.

Je pretends de surmonter tous ces defauts, qui viennent d'imperfection de la matiere par un remede general, sans les examiner iey en détail. C'est qu'on se peut servir pour l'execution en grand, de ressorts massifs, comme sont ceux des Archelestes[1]), puisqu'on en est le maistre, et puisqu'on ne manquera pas de force ny de place dans un vaisseau, pour gouverner un grands poids qui se serve à les rebander continuellement. or les ressorts massifs pourront estre si forts, et leur restitution si subite en augmentant leur nombre, que tous les défauts susdits n'auront point de proportion considerable à cette force, et l'amas de leurs repetitions ne sera sensible qu'aprés un fort long temps. Il est aisé mêmes de monstrer qu'en augmentant la grandeur de la machine, et la force des ressort massifs, on pourra rendre l'erreur aussi petite que l'on voudra; pourvu qu'on ne passe pas les bornes de la commodité, et qu'on se contente d'une exactitude suffisante pour la fin, à la quelle on les destine principalement, qui est la découverte des Longitudes. Cette réponse est si claire, et si generale, que tous ceux qui l'ont considerée, ont temoigné d'en estre fort satisfaits.

Anmerkung. Die vorstehende Abhandlung findet sich nicht in den von Leibniz hinterlassenen Papieren, sie ist, wie die Überschrift bereits besagt, aus dem Journal des Sçavans entnommen. In einer Sammlung der von Leibniz verfaßten Schriften physikalischen und technischen Inhaltes

1) Bei Dutens (S. 137) findet sich arbalêtes.

aber durfte sie nicht fehlen, da sie die Aufgabe der Längenmessung in derselben Weise zu lösen versucht, wie dies Huygens wirklich und erfolgreich getan hat. Beide großen Männer kamen auf die nämliche Idee, die Schwingungen des Horizontalpendels durch die Kraft einer zweiten Feder regulieren zu lassen, wie die des lotrechten Pendels durch die Schwerkraft reguliert werden. Beide faßten sie unabhängig voneinander fast gleichzeitig, Leibniz, wie er berichtet, einige Jahre früher wie 1675, Huygens am 20. Januar dieses Jahres. Beide sandten ihre Erfindung an den Herausgeber des Journal des Sçavans, beide Erfindungen sind daselbst im Jahrgange 1675 veröffentlicht, die von Huygens auf S. 68, die von Leibniz auf S. 96. Die Priorität gehört also unbedingt dem ersteren.

Huygens traf hier das nämliche Schicksal, wie bei der Erfindung der Pendeluhr.[1]) Die erste Idee dazu hatte Galilei gehabt; sie war in einer Zeichnung niedergelegt worden, die er nach seiner Erblindung seinem Sohne Vincenzo und seinem Schüler Viviani diktiert hatte, von diesen aber so geheim gehalten worden war, daß Huygens unmöglich irgendwelche Kunde von ihrem Vorhandensein haben konnte. Er machte die Erfindung der Pendeluhr ganz selbständig und war auf das unangenehmste überrascht, als der Fürst Leopold von Medici sofort nach Kenntnisnahme der Huygensschen Schrift die Erfindung für Galilei in Anspruch nahm. Zur Einführung in die Technik eignete sich die Idee des großen Italieners freilich nicht, während die Huygenssche bald in ausgebreitetster Weise an die damals im Gebrauch befindlichen Uhren angebracht wurde. Nun lagen die Verhältnisse ähnlich, als er das Horizontalpendel der Tafeluhren mit der Regulierfeder versah. Sogleich nach seiner Veröffentlichung erfolgte die von Leibniz, der die Regulierung in ähnlicher Weise vornehmen wollte und besonders bemerkte, daß er die Idee dazu bereits mehrere Jahre vorher, ehe er sie veröffentlichte, gefaßt habe. Aber auch jetzt wiederholte sich Ähnliches, wie früher. Während die Huygenssche Regulierfeder wohl an keiner Taschenuhr, an keinem Chronometer gegenwärtig fehlt, während sie bei den empfindlichsten elektrischen Meßinstrumenten in ausgiebiger Weise verwendet wird, ist Leibnizens Idee wohl niemals ausgeführt, ja wohl kaum beachtet worden. War sie doch, so schön sie erdacht war, ebenso unpraktisch, wie die Galileische, und fiel wie diese nur zu bald der Vergessenheit anheim.

Ist es nun aber gewiß, daß Galilei von Huygens' Erfindung nie etwas erfahren hat, da er, als sie ins Leben trat, längst aus dem Leben geschieden war, so liegt die Möglichkeit vor, daß Leibniz Huygens' Idee kannte, und es ist deshalb nicht überflüssig darzutun, daß er die seinige selbständig gefaßt hatte, ehe er die seines holländischen Freundes kennen lernte. Scheint das letztere doch aus dem von Huygens über seine Erfindung geführten Tagebuch[2]) mit großer Wahrscheinlichkeit hervorzugehen. Am 20. Januar 1675 hat der berühmte Niederländer in dieses eine rohe Skizze der Idee eingezeichnet und als Beweis für die Wichtigkeit, die er

1) S. Gerland, Wiedemanns Annalen 1878. Bd. 4. S. 585 und Bibliotheca mathematica. 3. Folge. V. Bd. 1901. S. 234.

2) Huygens, Oeuvres complètes VII. La Haye 1897. S. 410.

ihr zuschrieb, ein freudiges „*Εὕρηκα*" dazu gesetzt. Er berichtet weiter, daß er sie am 21. Januar Thuret mitteilte, um von ihm ein Modell machen zu lassen, dieser dann aber einige Tage später das Verlangen stellte, Huygens solle ihm „donner quelque part à l'invention", ein Verlangen, auf das der letztere selbstverständlich nicht einging. Am 22. Januar aber schreibt er: „Esté chez M. de Maubuisson, a qui je dis d'avoir trouué une belle invention en mechanique ce que j'avois aussi dit à M. Libnitz." Libnitz ist offenbar ein Schreibfehler oder Druckfehler für Leibnitz (im Druckfehlerverzeichnis des VIII. Bandes der Oeuvres complètes ist er freilich nicht verbessert). In der Tat war Leibniz 1675 in Paris und verkehrte mit Huygens. Genaueres über seine Idee hat dieser ihm aber wohl nicht angegeben, denn sein Tagebuch berichtet, daß er am Morgen des nämlichen Tages Thuret seine Erfindung „sub fide silentii" mitteilte. Am 15. Februar erhielt er dann das Privileg für seine Erfindung,[1]) deren Beschreibung er nun an Gallois zur Veröffentlichung im Journal des Sçavans einschickte.[2]) Danach ist es wohl möglich, daß die ihm gemachte Mitteilung für Leibniz die Ursache der Veröffentlichung seiner eigenen Erfindung wurde. Daß diese von Huygens in keiner Weise beeinflußt war, beweist weiter ein Blick auf die seinem Briefe beigefügte, oben wiedergegebene Figur. Einmal wirken in ihr die Federn zwar einander entgegen, aber eine jede trägt selbständig zum Antrieb des Balanciers bei, während bei Huygens dies nur die eine tut, dann aber ist in diesem Apparat eine Leibniz gehörige Idee wohl zum erstenmal verwirklicht, die er später unter ganz anderen Verhältnissen wieder zur Anwendung gebracht hat (als er die Wasserhebung in den Harzer Bergwerken verbessern wollte), eine Idee, die darin besteht, Maschinenteile sich fortbewegen zu lassen, während der geometrische Zusammenhang mit den sie antreibenden zeitweilig ganz aufgehoben ist, dann aber zur richtigen Zeit diesen Zusammenhang wieder herzustellen. Überdies besitzen wir in dem Eingang der folgenden Nr. 64 Leibnizens eigenes Zeugnis für die Selbständigkeit seiner Erfindung Auch hat er sich über denselben Gegenstand ausführlich in der 1718 im Journal de Trevoux veröffentlichten Abhandlung ausgesprochen, die als Nr. 66 mitgeteilt werden wird.

64. [4 Seiten 2°, halb beschrieben, mit ziemlich schlechter Schrift.]

ich habe bereits vorm jahr 1670 ein neues Principium Mechanicum der gleichheit in den Uhren aussgefunden und umb selbige Zeit des hochseel. Churfürsten zu Pfalz Carl Ludwigs[3]) Durchlaucht entdecket, auch etliche jahr hernach, als ich in Frankreich gewesen, dem Pariser Journal einverleibet.[4])

Solches bestehet darin, dass zwey oder mehr federn, oder andere natürliche Kräffte wechselsweise auf ihrem natürlichen trieb ablauffen, wenn

1) Oeuvres complètes VII. S. 419. 2) Oeuvres complètes VII. S. 424.

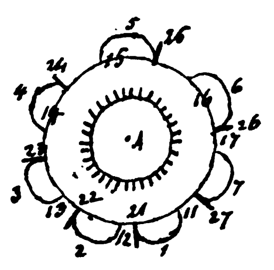
3) Der älteste Sohn Friedrichs V., der durch den Westfälischen Frieden die Pfalz mit der Kurwürde zurückerhalten hatte und 1680 starb. Er und sein jüngerer Bruder Rupert interessierten sich sehr für die Naturwissenschaften, wie denn De Roberval in einem Briefe an Carl Ludwig, den Monconys mitteilt, zuerst die Erfindung des Gewichtsaräometer veröffentlichte.

4) Journal des Sçavans 1775. S. Nr. 63.

eines einen gewissen lauff vollendet, das andere so fort anfanget; aber ehe die reihe herumbkommet, ein jedes durch die Haupt krafft des Ersten Bewegers wieder hehrstellet findet und wartet, biss es von neuem getroffen wird, umb seinen gang zu wiederhohlen.

Denn weilen der natürliche trieb allezeit gleich den anfang und ende des ablaufens auch sich ein wie das andere mahl, so viel mercklich, befindet, muss auch der gantze periodus oder abgang jedes mahl gleich lang während seyn, und also die Zeit dadurch gleich getheilt werden.

zum Exempel wir wollen uns einbilden, es wären 7 gespannte Federn 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 umb einen Kreiss herumbgestellet, welche ihre anfänge hatten bei 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, aber am Ende von gewissen Wiederständen 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 aufgehalten werden, und man drücke mit der Hand den ersten wiederstand 21 nieder, damit schnapfe die Feder los, und anstatt dass sie wie ein Bogen oder Sprengel war, werde sie dadurch gerad, reiche mit ihrem ende 21 biss an den anfang 12 der folgenden Feder 2, treibe solchen anfang 12 mit dem gegebenen schlag etwas fort nacher 22 zu; damit würde die feder 2 mehr gespannt, und kräfftiger umb den Wiederstand 22 zu über winden, auch gerad zu werden, und die feder 3 auff gleiche weise zu treffen und zu befreyen, welche an 4, und diese an 5 und solche an 6, diesselbige aber letztens an 7 dergleichen thäte. Die Feder 7 aber finde die Feder 1 schohn wieder gespannt, nach dieser wieder die folgenden, um den vorigen umgang zu wiederhohlen. Die Hehrstellung aber oder wieder-bespannung würde geschehen durch die Hauptbewegung der Uhr, dadurch das radt A beständig umblauffend alle Federn, die es gespannet, abgeschnapfet findet, durch rücktreibung der wiederstände 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 wieder spannen und in vorigen stand seyn würde.


Fig. 72.

Es gehöhret noch einiger Vortheil dazu, umb zu wege zu bringen, dass die wiederstände 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 vom radt A und dessen Zähnen nicht gehindert werden, sich niederdrücken zu lassen und sich doch hernach von denenselbigen auffspannen und wieder stellen zu lassen und wäre dazu guth ein gewisses Mechanisches problema zu solviren, nehmlich wie sich etwas in die Zähne eines rades ohne Hindernis einlassen könne, umb hernach von selbigen angegriffen und geführet zu werden.

Alles vortheilhaft zu wege zu bringen köndte man anstatt der 7 Federn 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 rings herum sezen 7 kleine räder, deren jedes als B in 3 oder mehr berge CDE, EFG, GHC und folglich so viel thäler DEF, FGH, HCD abgetheilet, also dass eine Feder ik, vermittelst Umgang des Rades auff den Berg zu steigen gezwungen werde, und hernach wieder herabfallen könne. Demnach wenn erst die Feder 1 im thal gelegen im punkt C und es gehet der sechste Theil des rades herumb als von C nach D, so muss die Feder i den Berg hinauff

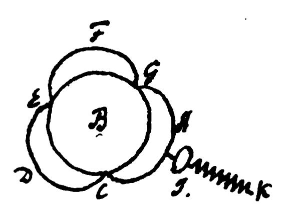


Fig. 73.

steigen bis nach *H* und kann auff jedem Berg ein einschnitt seyn, damit die feder alda etwas fest bestehen bleibe, biss das radt mit einiger gewalt fortgetrieben wird. wenn nun solches in etwas geschieht, nehmlich von dem schlag eines andern gleichmässigen Rades, so komt die feder 1 vollends über den Berg, fallet hinab in das thal *G* und treibet damit das rad *B* noch mal den sechsten theil herumb und verrichtet also diese feder ihren schlag, womit sie zugleich das folgende radt (krafft etwa eines herüberragenden Zahns an dem radt *B*) etwas trifft, dadurch dessen Feder auch wie iezo die Feder 1 befreyet wird. wenn nun die Feder 1 also hinab auf 2 gefallen, so hat sie dadurch zugleich das radt *B* also herumb getrieben, dass ein Zahn von demselben sich denen Zähnen des Hauptradtes *A* praesentiret, davon ergriffen, und dadurch das radt *B* wieder umb ein sechstheil fortgeführet, mithin die feder wiederumb gespannet wird und auff dem berg im punct *F* zu stehen komet. Und damit der grosse wiederstand, den etwa der Zahn, so sich den Zähnen des Hauptrades *A* präsentiren soll, daran finden möchte, wenn von ohngefähr gegen einen solchen Zähne des Hauptrades treffen solten, so kan man machen, dass solches ehe befreyet werde, als der Zahn bey dem gegenwärtigen radt *B* sich den Zähnen des Hauptrades nähern kan.

Durch diese Weise nun wieder ein gleichwährender periodus der Schnappfeder zu erhalten, welcher durch des Hauptrades Veränderungen im geringsten nicht verändert wird. Und derart solches bloss als principium inventoris betrachten. Allein pro praxi würde diese Construction ungelegenheiten haben, und eine grosse gewalt zu behuf des Hauptrades erfordern, auch wegen des vielen abnüzens bey so vielen federn und Rädern wenig bestand haben.

Derowegen dienlich zarthe helicalfedern zu brauchen, welche einen gelinden schwung verrichten; deren 2 oder 3 genug seyn können, also dass sie miteinander wechseln und weil eine ihre Spontaneam evolutionem verrichtet, die anderen herstellet werden.

Damit auch die Hauptbewegung nicht mit einer überflüssigen rapidität geschehe, kan man sie mit einer unruhe und steigradt aufhalten, wie es gemach geschieht, man applicire gleich an solche Unruhe eine feder oder nicht; und dennoch trifft dieses Hauptradt die kleine feder zu rechter Zeit (welche nicht eben auff einem gewissen punct beruhet, sondern nur binnen eines gewissen intervalli geschehen darff), und hilft ihnen zu ihrer vollkommenen hehrstellung.

Man köndte zwar das Hauptradt noch per intervalla hemmen, ich finde aber zur conservirung des schwungs oder impetus besser, dass es immer in seinem gang bleibe und nur die kleinen Federn wechselsweise aufgehalten werden.

Solche kleine Helicalfedern köndten also so schwingen, dass die Feder nach der Befreyung nicht nur hin, sondern auch wieder hehr oder zurückgienge, und im rückgang, wenn sie der anderen feder befreyung verrichtet, alsdann in stand komme, von dem Hauptradt getroffen zu werden und hülffe zu empfangen, damit sie ihre erste stelle und völlige Spannung gänzlich wieder erreiche. Solcher Stand aber würde bey der völligen Spannung und dabey geschehenden aufhaltung wieder benommen, also dass sie hernach,

ohne vom Hauptradt gehindert zu werden, [Hinderniss werde][1]) von neuem hin gehen könne.

Gesezt eine der Helicalfedern, so den wechsel thun sollen, seye L, am axe MN, davon normaliter eine stange PR und PR schwinge sich biss in SQ durch $^3/_4$ des Zirkels $PQRS$, komme aber zurück wieder biss nacher QS durch den halben Zirkel SRQ, fehle also nur $^1/_4$ der Circumferenz, nehmlich QP, dass das in P anfangs gewesene Ende der stange nicht wieder bis P komme. Ehe es nun nacher Q kommt, sezen wir, es treffe die stange QS mit dem ende Q auff einen federhaacken, so die andere wechsel-feder auffhält, damit selbige befreyet werde. Es köndte aber zu gleich die stange QS durch solches antreffen bei Z entweder sich verlängern oder zurückgetrieben werden, dadurch bey S in das Hauptradt (doch erst nach verrichteter influenz in der folgenden federbefreyung) fallen, also dadurch eine hülffe bekommen, damit QS biss auf PR komme, alda es gefangen und bey der fangung S wieder herein getrieben würde.

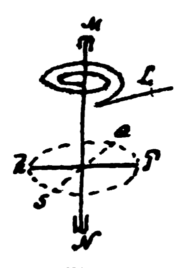


Fig. 74.

Es köndte[2]) auch wohl die Sach also eingerichtet werden, dass die alternirende Feder, wenn sie in ihrem Schwunck ihren Cameraden befreyet, zugleich eine andere kleinere Feder drücke und die Kraft, so sie derselben gibt, von deren Herstellung meist wieder empfange und dadurch fortgetrieben werde, damit solche krafft desto weniger verlohren gehe, und solches kondte geschehen aus dem principio der sonst bekannten Unruhe, nehmlich der Zirkel L, so da schwanket, trifft mit seinem Zacken M die Feder N oder, was von ihr dependiret, Q. wenn nun M ...[3]) nach (M), wäre der Zacken P gegangen nach p[4]) und werde alda von der rückgehenden Feder N an derer Spitze R, welche der Spitze Q antwortet, ab opposita parte getroffen und das Rad L damit eben den Weg fortgetrieben, also werde keine gewalt verlohren, inzwischen aber das N zurückgetrieben, kann das andere Schwunckrad, so befreyet worden, mit seinem Zapfen M ohne anstoss vorbey. Es kann auch die sach so gestimmet werden, dass N fast nicht ehe sich ganz wiederherstelle, biss L fast auff seinen ersten stand, da es dann durch endliche Dahinbringung des L von dem Hauptradt wieder am kranz zurückgetrieben und gespannt werde. Damit L mit etwas anschnapfen etwa wiederumb vermittelst eines Zackens als S ab opposito. Es ist nicht nöthig, dass der Zacken S in einem horizont sey mit N, sondern höher oder niedriger, also dass er anderswo, als an Q oder R die feder N treffe und sich fange, davon nicht wieder zurückkomme, biss er befreyet.

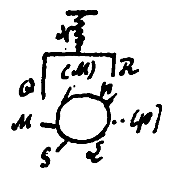


Fig. 75.

Es hat sich nun bereits, wie gedacht, ein weg gezeiget, wie die Spannung N bey der Befreyung nicht verlohren, sondern bey der Hehrstellung solcher feder N zu verfolgung der bewegung des befreyenden zu-

1) Die Worte in [ ] sind von Leibniz wohl auszustreichen vergessen worden.

2) Hier ist neben den Text geschrieben: Haec via facit cessare § praecedentem. Das Folgende ist viel kleiner und mit anderer Tinte geschrieben, ist also wohl ein späterer Zusatz.

3) Unleserlich, wohl: gegangen. 4) Muß wohl (p) heißen.

statten komme, weilen aber bey der fangung des Zackens *S* die feder *N* noch etwas weichen muss und sich gleich wieder stellet, umb den regress zu verhindern, so aber durch die Hauptbewegung geschieht, so kondte man solche hehrstellung auf einen schlag an der Hauptbewegung thun machen, damit sie nicht verlohren gehe, also kann alles zu Nuzen und weilen nur die auff die frictiones angewendete Kraft verlohren, welches nicht zu vermeiden, inzwischen sind die frictiones soviel möglich zu vermeiden.

65. [Kleines Blatt von Leibnizens Hand.]

Die Schläge der Uhren sind ohngleich, ob sie schohn von dem Schwung eines gewichtes oder von einer spielenden Feder regiert werden, dieweil die Hauptbewegung bey dem Schlage einfliesset und solchem eine Hülffe gibet.

Dem wäre zu helffen, wenn die schläge allemahl gleich wären, und die Hauptbewegung nur zu der Hehrstellung ausser des Schlages hülffe.

Zu solchem ende ist mir folgendes eingefallen: Gesezet man habe eine gemeine Uhr, die ihre Schläge thut, obgleich weder Schwung-gewichte, noch Spiralfeder daran. es seyen auch solche Schläge gleich oder ohngleich, ist nichts an gelegen, wenn sie nur zeitig genug geschehen.

Ueberdem so ist eine Spiralfeder an ihrer Spindel mit ihrer eigenen Unruhe oder Cirkel, den die Spindel tragt, so schwehr oder leicht, nachdem die Schläge dieser Spiralfeder langsam oder geschwind geschehen sollen, die wollen wir nennen die Schwungfeder.

Diese Spiralfeder ist gespannt und sobald sie losgelassen wird, thut sie einen Schlag und befreyet einen Sperrkegel mit einem kleinen Federgen, welches durch ein Rad mit eingeschnittenen Zähnen gespannt wird. Dieses federgen schlagt alsdann zwischen die Zähne des rades, und zugleich an die schwungfeder, die wird dann zurückgeschlagen und bekomt Hülfe, dass sie ihren schwung, wie zuvor, verrichten kann. Inzwischen wird der sperrkegel von der Hauptbewegung wieder gespannt und zwar vermittelst unterbrochener Zähne an der Spindel der axe des Sperrades. Besiehe die Figur hierbey samt deren Erklärung.

Sperrradfeder[1]) oder Schwungfeder *A* treibt die Spindel *B* und schlägt mit dem Zahn *C* an den Zacken *D* und treibt durch die Spindel *F*, daran er ist, das Sperrad *G*, befreyet den Sperrkegel *H*, so an einem kleinen Spiralfedergen bei *E*. Der Sperrkegel schlägt in das Thal *K* und treibt das Sperrad von *K* nach *i* und die unterbrochenen Zähne *L* des Rades *LM* von *L* nach *M*. alda kriegt sie das radt *N* zu fassen, so vom Hauptwerk beständig umgetrieben wird und spannt den Sperrkegel wieder auff (*i*). Zuvor aber habe der Sperrkegel, als er den Schlag von *i* nacher *K* gethan, mit seinem andern Ende *Z* am Zacken *D* an dem Unruherad die Schwungfeder *A* getroffen und damit die Schwungfeder zurückgeschickt, also ihr Hülffe gegeben,

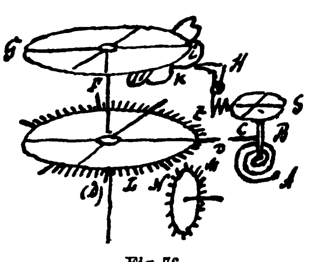


Fig. 76.

1) Das von hier an Mitgeteilte ist in ganz kleiner, sehr schwer zu lesender Schrift oben auf das Blatt zu beiden Seiten der Figur geschrieben.

dass sie wieder schwencken kann, und ehe sie mit dem Zacken *C* wieder auff (*D*), so an die Stelle *D* gekommen, komt, muss (*D*) auff *D* und der Sperrkegel *H* wieder auff (*i*), wie zuvor auff *i* gekommen seyn, so gehet das continuirlich also fort.

Anmerkung. Die vorstehende Nr. 65 scheint eine eingehendere Ausführung des in Nr. 64 vorgetragenen Gedankens zu sein und ist also wahrscheinlich nach jener niedergeschrieben.

66.

Remarques de Mr. Leibnitz sur les Horloges.

[Journal des Trevaux 1718. Abgedruckt in Kortholtus. Leibnitii Epistolae ad diversos III. Lipsiae 1738 und in Dutens G. G. Leibnitii opera omnia T. IX. genevae MDCCLXVIII. S. 502.]

Il seroit fort à souhaiter qu'il y eût un ouvrage sur l'horlogerie, propre à faire entendre toute la pratique de l'art, non seulement dans le principal, qui est la mesure du tems; mais encore par rapport à l'accessoire, qui consiste en quantité de jolies inventions pratiquées par les Maitres de l'art. L'Auteur de ce discours, qui a joint la théorie à la pratique, et qui a encore le talent de s'exprimer assez bien, y seroit très-propre.[1])

La parthie Arithmetique, par rapport à la denture, à été bien traitée en Latin par Mr. Oughtread[2]). Ce qui appartient au reglement des pendules, c'est-à-dire des poids en vibration, à été bien expliqué par Mr. Huguens, premierement dans un discours Flamand,[3]) qu'il fit imprimer lorsqu'il donna au public les premieres pendules; et puis plus amplement et plus entierement dans son ouvrage Latin, de *pendulis*,[4]) où il rend raison de la Cycloïde. Mais il y auroit encor quelque chose à dire de la nature des vibrations des ressorts, dont l'égalité est verifiée par celles des cordes touchées, qui rendent toujours le même ton, quand elles sont également tenduës.

Ce fut environ en 1674 qu'on fit paroitre dans le monde le premier ressort spiral reglant la montre[5]) par ses vibrations. Je fus allors à Paris, où Mr. Huguens fit éxécuter par M. Turet, fameux horologer. Mr. Hook lui fit une querelle là dessus, prétendant dans un éscrit public d'avoir déja fait auparavant une montre reglée par les vibrations d'un ressort; mais on n'avoit encore point vû de montres de sa façon, au moins avec un ressort vibrant spiral. Un François nommé Mr. Hautefeüille, ententa même un Procès au Parlament de Paris, à Mr. Huguens, prêtendant que c'étoit son invention; mais il fut débauté. Il y a des horloges à pendule d'une espece toute particuliere, où le poids vibrant ne va pas en allant et retournant,

1) Bis hierher Vorbemerkung des Herausgebers des Journal des Trevaux.

2) Oughtred (1574—1660) war Pfarrer zu Albury in Surrey. Gemeint ist wohl sein 1652 in Oxford erschienener Clavis mathematica denuo limata, sive potius fabricata, cum variis aliis tractatis.

3) Unter dem Titel: Brevis institutio de usu horologiorum ad inveniendas longitudines 1657 . . s. Poggendorff, Biogr. liter. Handwörterbuch.

4) Die Schrift Horologium veröffentlichte Huygens 1658. Die Cycloide erwähnt Huygens zuerst in seiner Schrift Horologium oscillatorium, die 1673 erschien.

5) Vgl. meine Arbeit in Bibliotheca mathematica III. Folge I, S. 421, auch die Anmerkung zu Nr. 63.

mais toujours d'une même côté. Ces horloges ont cela de particulier, qu'elles vont sans bruit, et ont été recherchées quelques fois par ceux qui manquent de sommeil et veulent avoir des horloges dans leurs chambres qui ne les empêchent pas de dormir. Mr. Huguens en a fait un discours, qui n'a pas etè imprimé où a lieu de cycloïde, il a employé une espèce de solide parabolique, pour en rendre les vibrations égales.

Lorsque Mr. Huguens publia son ressort vibrant spiral, je publiai un peu après dans les Journal des Sçavans un autre principe d'égalité, qui n'est pas physique, comme est la supposition de l'égalité des vibrations des pendules, ou des ressorts; mais purement mécanique, consistant dans une parfaite restitution de ce qui doit vibrer, puisqu'alors les vibrations sont égales, parce qu'elles sont justement les memes. Monsieur Hook en écrivant contre Monsieur Huguens, dit, qu'il avoit aussi eû la même pensée que moi, mais qu'il avoüoit ne l'avoir point fait paroître. J'ai pensé quelquefois à faire executer cette invention, qui promet des nouveaux avantages assez considerables; mais j'ai toujours manqué de l'assistance d'un bon maitre, qui eût la volonté d'y travailler; les ouvriers ordinaires, sur tout en Allemagne, n'ayant point d'envie de s'écarter de leur routine. Cependant une montre, ou horloge, faite de cette maniere, pourroit se passer de la fusée, et iroit de même, quand on ne redoubleroit le poids, ou la force du premier mobile, elle seroit aussi plus propre aux horloges de mer que l'horloge à pendule.

Par raport au ressort spiral, dont on se sert dans les montres de poche, il seroit important d'examiner, combien l'air a d'influence sur les vibrations d'un tel ressort, et particulierement combien le froid et le chaud en changent l'egalité. Entre les causes qui changent la justesse de l'horloge, ou de la montre vulgaire, est aussi le tems qui se perd en les remontant lorsqu'elles sont arrêtées pendant ce tems la, comme il arrive ordinairement; car les tems de la remonte, n'est pas toujours de même; mais des bonnes et d'excellentes montres, ont, ou peuvent avoir une construction, suivant laquelle elles continuent d'aller pendant qu'on les remonte.[1])

Dans la comparaison de la resistance de l'air aux vibrations du balancier des montres, avec la resistance que l'air fait aux oscillations des pendules, il semble qu'il faudroit rabattre quelque chose, parceque le chemin du poids, qui va et vient, est plus grand que celui du balancier.

Il est vrai, que la pendule a beaucoup plus de part au gouvernement de l'horloge, que le ressort, spiral n'en a au gouvernement de la montre. Outre la preuve qu'on a alleguée, en voici une autre tout aussi sensible, c'est que l'horloge à pendule ne sçauroit aller, à moins qu'on ne mette la pendule en vibration; mais la montre va par sa propre force, et fait vibrer le ressort spiral.

Les longues pendules à secondes font des vibrations assez egales, par la raison, qu'un si petit arc de cercle d'un si grand rayon ne sçauroit guerre être distingué sensiblement d'un arc de cycloide. Cependant il faut avouer, que le premier mobile et le roüage ont encore quelque influence sur le tems de la pendule, puisque dans l'axe de sa vibration elle tombe dans la denture,

1) Um diesem Übelstand vorzubeugen, hatte Huygens, worauf bereits in der 3. Note zu Nr. 63 hingedeutet wurde, das treibende Gewicht seiner Uhr an eine Schnur ohne Ende gehängt, die ein kleineres an einer losen Rolle wirkendes Gewicht auch beim Aufziehen des größeren stets gespannt erhielt.

et agissant sur les dents qui résistent, ne sçauroit vibrer avec une liberté entiere, qui fait aussi que la pendule est un peu avancée par une grande augmentation de la force du premier mobile.

On pourroit regler la figure de la fusée des montres par experience, en bandant le ressort avec des poids et marquant par quelque addition de poids, jusqu'où le ressort est bandé; et les diametres des endroits de la fusée seront reciproquement comme les poids, qui peuvent tenir le ressort dans l'état où il est agissant sur cet endroit de la fusée.

Je ne veux point parler ici de la reduction du tems égal au tems apparent, cependant je reconnois, que si la machine de l'horloge ou de la montre faisoit cette reduction par elle même suivant ce que l'ingenieux Auteur de ce discours nous fait esperer, ce seroit quelque chose de très beau et de très commode.

Anmerkung. Wie Nr. 63 findet sich die vorstehende Abhandlung nicht in Leibnizens hinterlassenen Papieren. Doch dürfte die Wichtigkeit, die sie für die Geschichte der Erfindung der Pendeluhr hat, ihre Aufnahme rechtfertigen. Sie läßt erkennen, daß Leibniz seine schönen Ideen von Tafel- und Taschenuhren aus demselben Grunde nicht zur Ausführung gebracht hat, wie Hevel seinen Gedanken einer Pendeluhr, aus Mangel an einem genügend geschickten Mechaniker.

67. [Kleiner Zettel von Leibnizens Hand, schlecht geschrieben.]

Pied de biche.[1])

Credo apud Gallos in den Taschenuhren ist das Rad *CD* an der schnecke, so von der Kette gezogen wird, und gehet den Weg *CGD* und nimt das concentrische Rad *AB* mit sich vermittelst des gelenkes *ED*, so in die scharffen Zähne des rades *CD* fasset und das rad *AB* mit seinen Zähnen treibt ferner die Räder der Uhr: wenn man aber die Uhr spannen will, wird das rad *CD* contra nach dem weg *DGC* gedreht. Da giebt sich das gelenke *ED* zurück und die solches haltende Feder *EF* giebt noch nach. Dadurch wird vermittelst der am rad oder schnecke *CD* hangende Kette die feder, so in einen absonderlichen tambour, auch wieder aufgezogen.

Fig. 77.

68. [Blatt von Leibnizens Hand.]

Horologium aptum mari ita fiet etc. in vase *A* mercurio pleno natet Tabula *B*, in qua fixus siphon *CDE*, ex quo effluit Mercurius. effluens in *E* circumaget rotulam etc.

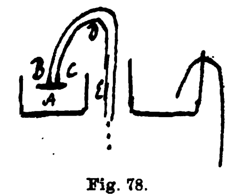


Fig. 78.

Anmerkung. 67 und 68 sind Notizen, wie sie Leibniz über Gesehenes oder Gehörtes sich machte, oder um Ideen, die er faßte, vielleicht zu späterer Ausführung festzuhalten. Die Quecksilberuhr wurde durch Huygens' Chronometer unnötig, die Idee hatte wohl der schwimmende Kompaß eingegeben.

1) Pied de biche, eigentlich Rehfüße, Füße besonderer diesen ähnlicher Form an Stühlen und Tischen, hier das Ende *E* der Feder *EF*.

69. [Blatt von Leibnizens Hand.]

Galilei ist der erste gewesen, der die Bewegung der Pendeln oder schwengel in Regeln bracht und, so wohl durch erfahrung, als demonstrationen erwiesen, dass eines gegebenen im centro fest gemachten und, aus was für höhe man wolle, fallen gelassenen schwengels vibrationes gleichwärend seyen. Hugenius hat sie zuerst zu Uhren gebrauchet, und wiewohl die Florentiner vorgeben, dass Galilei sohn vor vielen Jahren schohn bey ihnen des gleichen gethan, so mag es doch vielleicht zu solcher vollkommenheit nicht kommen seyn. Es hat zwar Hugenius vermeint, man werde sich solcher Uhren auff der See bedienen können.

Anmerkung. Da Huygens 1675 die Unruhe erfand, wie in der Anmerkung zu Nr. 63 bereits angegeben wurde, so muß diese Notiz früher niedergeschrieben sein. Über den wahren Sachverhalt in betreff der Erfindung der Pendeluhr durch Galilei und deren Herstellung durch seinen Sohn, wovon Leibniz wohl bei seinem damaligen Aufenthalt in Paris gehört hatte, vgl. die Anmerkung zu Nr. 63 sowie Gerland, Wiedemanns Annalen 1878. Bd. IV, S. 585 und Bibliotheca mathematica 3. Folge Bd. V, 1904, S. 234. Die mannigfachen Versuche, die Huygens anstellte und anstellen ließ, um die Uhr mit lotrechtem Pendel zur Längenbestimmung auf der See brauchbar zu machen, hatten nicht den gewünschten Erfolg.

70. [4 Seiten 2° von Leibnizens Hand. Die verschiedene Tinte, die vielen Korrekturen und die mit sehr ungleicher Sorgfalt ausgeführte Schrift deuten darauf hin, daß Leibniz zu verschiedenen Zeiten an dem Manuskript gearbeitet hat. Außer dem Original ist eine Reinschrift von der Hand eines Schreibers mit Korrekturen von Leibniz vorhanden. Das Folgende gibt den Text der Reinschrift wieder.]

Machina coelestis.

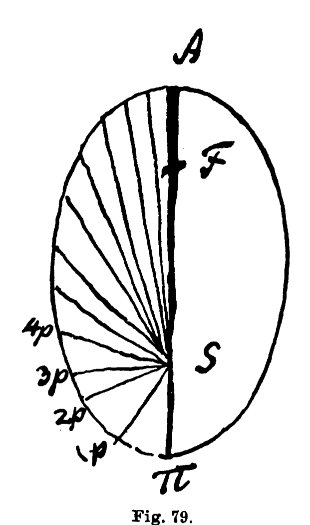


Fig. 79.

Vellem systema planetarium per Madinam ita exhiberi, ut quantum licet, coelum artificiale vero assimiletur, nec periodi tantum cujusque planetae, sed et situs astrorum inter se exhibeantur. Hoc modo Machina praestabit compendio, quicquid Tabulae Ephemeridesque longo calculo possunt. Omnigenasque Astrorum apparentias nobis spectabiles exhibebit.[1])

Assumo autem interim, quod Keplerus invenit, et sic satis observationibus consentire deprehensum est, planetas in Ellipsibus ferri, et quidem ita, ut sole posito in uno focorum, sint areae per rectas ex sole ad orbitam abscissae temporibus proportionales. Sit Ellipsis $Ap\pi$, cujus axis major $A\pi$, in quo foci F et S et quidem Sol in S, et A Aphelium, π Perihelium, planeta in orbita loca $1p$, $2p$ etc. et denique tempora, quibus planeta percurrit arcus $\pi 1p$, $\pi 2p$, $\pi 3p$, sint proportionalia areis seu trilineis $\pi S1p$, $\pi S2p$, $pS3p$ etc.

1) Von Omnigenas bis exhibebit späterer Zusatz.

Hoc vero reperi per Circulationem Harmonicam praestari, nempe si mobile feratur in orbita quacunque planâ, ut $\pi p A$, et quidem duobus motibus inter se compositis, uno accessûs ad solem vel recessûs à sole ad orbitam praestandam appropriari, altero Circulationis harmonicae circa Solem; areae $\pi S p$ erunt, ut tempora arcuum in orbita percursorum πp. Circulationem verò Harmonicam voco, quae ita temperata est, ut distantiis Sp à centro circulationis procedentibus in progressione Arithmeticâ, velocitates circulationum procedant in progressione Harmonicâ. Exempli gratia: Si distantia $S\pi$, $S1p$, $S2p$, $S3p$ etc. sint ut 10, 11, 12, 13, tunc circulationum velocitates circa S in punctis $1p$, $2p$, $3p$ etc. erunt ut $^1/_{10}$, $^1/_{11}$, $^1/_{12}$, $^1/_{13}$ etc. seu reciprocè, ut distantiae, adeoque crescentibus distantiis proportionaliter decrescent velocitate vel contra. Constat autem hoc modo, si una Progressio fiet in proportione Arithmetica, alteram in harmonica fore.[1])

Quod autem in tali casu tempora sint, ut areae, sic demonstratur. Ex punctis $1p$, $2p$ agantur in rectas $S2p$, $S3p$, $S4p$ normales $1p\,1E$, $2p\,2E$, $3p\,3E$, quae repraesentabunt velocitates circulationum Mobilis circa S, dum rectae $2p_1E_1$, $3p_2E$ repraesentabunt ejusdem Mobilis recessum ab S, si Mobile ponatur ita transire ab $1p$ ad $2p$, vel à $2p$ ad $3p$, ut tempora transitionum sint aequalia inter se. Quod si jam circulatio sit harmonica, erunt circulationum velocitates reciprocè, ut distantiae à centro S, ergo erit S_2p ad S_3p, ut $2p\,2E$ ad $1p\,1E$. ergò rectangulum $S2p$ in $1p\,1E$ erit aequale rectangulo $S3p$ in $2p\,2E$, ac proinde etiam horum rectangulorum dimidia, nempe triangula $1pS2p$, $2pS3p$ sunt aequalia inter se; atque adeo aequalibus sumtis elementis temporum, erunt etiam aequalia elementa arearum, quod ostendendum erat. Areae enim ex hujus modi triangulis in assignabilibus conflatae intelligi possunt.[2]) Distantia media in foco est semiaxis eademque proinde est medium arithmeticum inter apheliam et periheliam distantiam. In Ellipsi distantia media simul bisecat arcum ellipticum inter aphelium et perihelium contentum, quod in aliis lineis necesse non est.

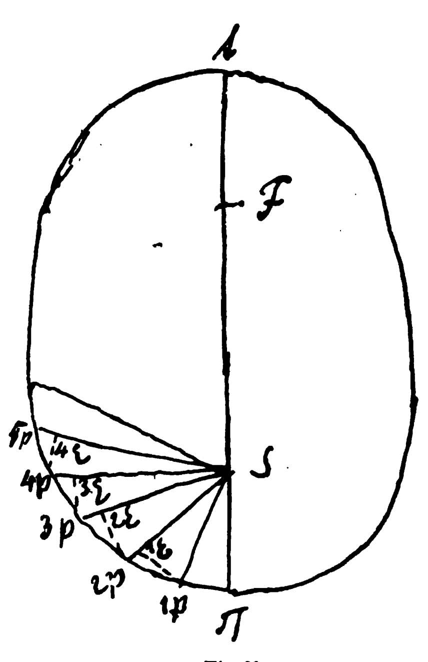


Fig. 80.

---

1) Die Worte von Constat bis fore sind von Leibniz in die Reinschrift eingesetzt.

2) Die Worte Areae bis possunt sind erst später von Leibniz in das Konzept eingefügt; die Worte von Distantia bis necesse non est fehlen in der Reinschrift.

Jam[1]) ut actu ipso repraesentetur in Machina Motus planetae Ellipticus lege temporum areis per radios ex sole abscissis proportionalium exponam modum generalem mechanicum exhibendi motum mobilis in orbita data quacunque secundum legem temporum datam quamcunque.

Hoc fit orbitam ipsam realem ita eam exhibendo praescribendoque materialiter, ut mobile eam deserere non possit; eandemque incisis singularis formae dentibus inaequaliter (si opus) secando prout sunt arcus, qui aequalibus temporum elementis percurri debent. Nempe in plano orbitae aliquod punctum assumatur pro centro fixo, circa quod moveatur regula, quae maneat semper in ipso orbitae plano vel ei parallelo et Mobile aliquid secum circumferat, quod regulae adhaerebit, inque ea incedet, prout orbita materialis cogit, atque ita puncto quodam suo seu apice in orbitam[2]) linearem describet motum. Verò regulae circa centrum moderabitur pendulum, cujus quovis ictu vel certo ictuum numero dens orbitae unus à regula vel mobili aedhaerente transmittetur; ita intervalla saltuum fiunt tempori aequalia, seu quot fient saltus, tot aequales temporis particulae insumentur.[3])

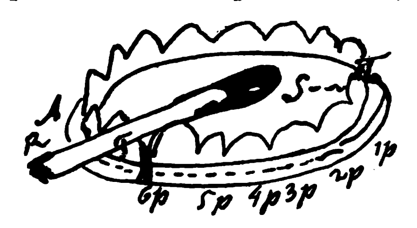


Fig. 81.

Nota: Die Zähne dieses Rades sind einwendig 8″ hoch.

Esto[4]) centrum S, Regula SR mobilis circa S, et orbita $\pi p A$, sit materialis instar orbis Elliptici plani, sed excisi seu intus vacui, ita ut margo tantum planus restet, in quo incisa sit crena, orbitam repraesentans, hoc loco per lineam curvam punctatam expressa. Et in hac crenâ semper incedat stylus, qualis est T[5]) simulque manebit curretque idem stylus in fissura ipsius regulae SR, ut ita centro S accedere aut eo recedere possit, prout orbita praescribit. Porro ex eadem orbita latitudinem aliquam suam habente exurgant dentes ad planum orbitae perpendiculares, quales sunt rotarum

---

1) Hier ist am Rande im Konzept bemerkt:

♄	$89\frac{1}{2}$	95	$100\frac{1}{2}$	
♃	$49\frac{1}{2}$	52	$54\frac{1}{2}$	
♂	14	$15\frac{1}{4}$	$16\frac{1}{2}$	
⊕	$9\frac{4}{5}$	10	$10\frac{1}{5}$	
♀	$7\frac{1}{5}$	$7\frac{1}{4}$	$7\frac{3}{10}$	
☿	3	4	$4\frac{1}{2}$	
	perihel	medium	aphel	

} proportiones distantiarum, quas habent planetae à sole circiter

Haec obiter.

2) Das Konzept hat statt der Worte orbitam linearem das Wort cartam.

3) Die Worte seu bis insumentur hat Leibniz in der Reinschrift zugefügt.

4) Hier hat das Konzept noch eine rohere Figur, welche dasselbe darstellt, wie die obige, nur daß die Regel SR nach rechts gelegt ist. Sie fehlt in der Reinschrift. Unter dieser Figur befindet sich im Konzept die Bemerkung: (Nota in figura hîc adjecta. Regula SR non debet cadere intra dentes, sed elasma tantum E, de quo moc. ipsa autem regula dentibus constanter supereminebit.)

5) In Konzept und Reinschrift steht hierfür $T6p$.

coronarium, sed inaequalibus intervallis distincti, prout orbita secanda est, ut elementa arearum sint inter se aequalia, seu ut perpendiculares supra dictae $1p1E$, $2p2E$, etc.: sint radiis, in quos aguntur seu distantiis $S2p$, $S3p$ reciprocè proportionales. Hi dentes sint instar monticulorum, quos ascendere debet Elasma E, quod cum stylo in regula incedit et ubi monticulum superavit rursus in alteram partem, declivitatem secutum descendit, atque ita regulam vi sua promovet, eo usque donec ipsum Elasma imum vallis attingat.

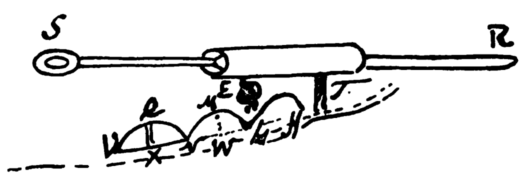


Fig. 82.

Nempe esto monticulus LMN, itaque Elasma E, cum adhuc esset inter H[1]) et LM, dum promovetur ab H versus N, quod fit ope motus primarii pendulo agitati. cogetur assurgere per acclivitatem LM, sed ubi montem superavit et trans locum M pervenerit[2]), jam ipsum vi suâ propriâ ad liberationem sui seu deorsum tendens, non quiescet, donec ab M ad N pervenerit, atque ita regulam circumaget, quantum ad hoc est opus. Atque ita similiter deinde novo ictu penduli regula SR promovebitur, quantum satis ad acclivitatem NQ ab Elasmate superandum, quo peracto regula vi Elasmatis usque ad V descendentis promovebitur ab N ad V, ubi notandum est, acclivitates dentium seu monticulorum LM, NQ esse aequales et satis exiguas, ut facilius à motore communi superentur, sed declivitates ut MN variare, prout majus est dentium intervallum seu prout inaequalis dentium distantiae ratio postulat. Nempe ex M vel Q summo monticuli in basi demittendo perpendiculares seu altitudines MW, QX erunt, altitudines quidem istae semper aequales inter se, itemque erunt aequales inter se ipsae LW vel NX bases acclivitatum, sed quia totae bases LN, NV seu intervalla dentium aequilitatem non habent, ideò etiam inaequales inter se erunt bases declivitatum WN vel XV et similes. Ita parvo licet progressu a primo motore dato, quantum opus ad superandam acclivitatem, reliquum dentis intervallum vi Elasmatis propriâ absolvetur. Et sanè efficiendum est, ut motus, quem primus motor dat regulae, semper minor sit integro dentium inaequalium intervallo, nec multo major basi acclivitatis: ita accedente ope Elasmatis, quolibet ictu penduli seu aequali saltem temporis intervallo regula SR absolvet unum dentem, et nunquam tamen plus uno.

Sed cum planetarum plurium orbitae sint inclinatae ad se invicem, quaeritur quomodo efficiatur, ut nec orbitae, nec axes in centro communi S concurrentes sese impediant mutùo, respondeo, id fieri posse, si regulae motrices debito modo sint inflexae. Exempli gratia ponamus, regulam SR moveri circa centrum S et circa axem $\alpha S\beta$ per hoc centrum transeuntem, sed regulam JK moveri circa idem centrum S, circa axem verò $\gamma S\lambda$ ud priorem inclinatum: ideò ne axes $\alpha\beta$ et $\gamma\lambda$, si essent reales, se mutuo im-

1) Der Buchstabe H fehlt in der Figur der Reinschrift; er ist nach dem Konzepte zugefügt.

2) Die Worte von et trans bis pervenerit fehlen in der Reinschrift.

pediant, prolongetur axis $\gamma\lambda$ in $v\vartheta$ et ibi fiat axis realis, circa quem agatur regula inflexa $FGJK$, sic tamen ut KJ producta incidat in S angulo ad rectam $\gamma S\lambda$ recto: patet JK agi circa axem $\gamma\lambda$ centrumque S, perinde ac si axis $\gamma S\lambda$ fuisset realis. Et quemadmodum[1]) unam planetam circumfert regula SR modo supra praescripto, ita alteram circumferret regula SK, licet sola ejus pars JK sit materialis; ambae regulae ferentur circa centrum S, licet una SR moveatur in plano, quod describet mota circa axem $\alpha\beta$, altera verò JK id in alio plano, quod describet mota circa axem priori inclinatum $\gamma\lambda$.

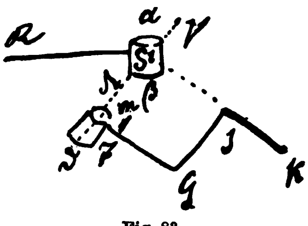


Fig. 83.

Etsi autem inter se inclinati sint axes $\alpha\beta$ et $\gamma\lambda$, tamen idem motus communis penduli rotas cylindris $\alpha\beta$, $v\vartheta$ affixas licet nonnihil ad se invicem inclinatas circumagere et quovis ictu penduli per unum dentem, si opus[2]), promovere regulam potest propellendo, quantum satis est ad acclivitatem dentis cujusque superandam. Quod si rotae cylindris ut $\alpha\beta$, $v\vartheta$ affixae erunt, non statim affici possint immediatè à primario penduli communis axe vel cylindro, poterit res per alias rotas interpositas, prout situs exiget, facile praestari. Et est hoc notandum, quod regula qualis SR ope elasmatis sui E longius quidem propelli potest, quam à cylindro suo seu motu primario promovetur, ut jam diximus, et ita movetur adhuc nonnihil, cum jam cylinder ipsius quiescit; ita tamen ut non possit vicissim moveri cylinder $\alpha\beta$, cui affixa est regula SR, quin simul et regula moveatur, et ergo cylinder promoveat regulam et tamen regula longiùs eunte cylinder nec obstet, nec persequatur. * id praestabitur, si cylindro $\alpha\beta$ affixae sunt duo rotae dentatae, una N, quae circumacta à pendulo circumaget secum cylindrum; altera Ʒ dentibus deorsum spectantibus coronata, infra quam cylindrum $\alpha\beta$ circumdet et accurate complectatur cylinder alius brevior cavus $zpM\lambda7$ circa priorem mobilis, sed intus pauloque superius versus rotam Ʒ, prominentem habens dentem M incidentem in rotam Ʒ. qui dens sit ejus naturae, ut in unam partem cedat seu flectat sese, in alteram sit rigidus, quod pedem Capreae[3]) Galli vocant. Hic autem cylinder cavus $zpM\lambda7$ regulam $7R$ (quam supra appellavimus SR) sibi affixum secum feret, ita rota N circumactâ vi penduli etiam cylinder $\alpha\beta$, cui affixa est, circumagetur et cum eo rota Ʒ

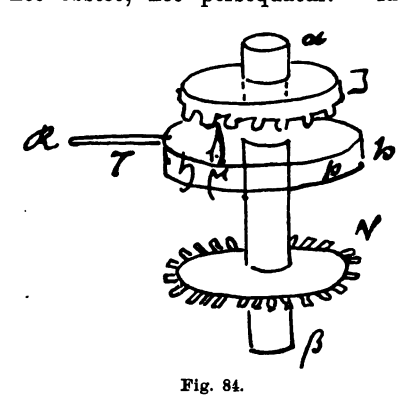


Fig. 84.

1) Die Worte von Et quemadmodum bis inclinatum $\gamma\lambda$ fehlen in der Reinschrift.

2) Statt der Worte penduli bis opus hat das Konzept die anderen: vel certo ictuum numero quolibet unum dentem.

3) Pied-de-chèvres, Sperrkegel oder -haken.

eidem cylindro affixa, quae suis dentibus prehendit dentem cylindri circumpositi atque adeò et regulam 7*R*. Sed si regula longius impellatur (nempe per Elasma) velut ab λ, versus 7 flectetur dens *M* et progressum non impediet. Hunc autem in finem utile erit plures esse dentes flexibiles retrorsum ut *M*. quoniam enim non consentiunt dentes rotae Ʃ cum dentibus orbitae, fieri posset, ut saltu in orbita facto, dens *M* non esset a flexione restitutus, quo casu nec retentionis officium jam faceret, quod ipsi injunctum est, ut nempe circumacta aequabiliter rota *N* et Ʃ simul capiatur propellaturque cylindrus cavus *Z* cum regula 7*R*. Sed si plures sint dentes, ut *M*, verb. gr. tres aut quatuor (licet omnes paulo minores) rite dispensati intervallis, semper unus aut alter ex ipsis officium faceret, dum reliqui adhuc nonnihil sunt suspensi. Nempe dum unus dens flexibilis, ut *M* est totaliter intra dentes rotae coronariae Ʃ possunt alii dentes flexibiles esse supra hos dentes coronarios aut semi infra.

Venit tamen et alius modus in mentem, paulo, ni fallor, commodior, quo evitabitur haec machinatio cylindri cavi cum requisitis caeteris*[1]), ut nimirum pendulum seu primus motor ope rotae, quam aequabiliter movet, tantùm modo quovis ictu vel certo ictuum numero elevet ponderculum aliquod (vel si mavis novum Elasma) quod deinde casu suo vel restitutione operationem faciet in cylindrum $\alpha\beta$, à quo pendet regula *SR* faciatque ejus Elasma *E* supradictum superare monticulum dentis in orbita; ita regula *SR* seu planeta movebitur quidem in orbita, afficieturque à motu penduli, sed non retro aget neque, cum vicissim peculiari motu suo (ab Elasmate *E* dentibusque orbitae orto) afficiet, impedietur.

Re praestita collocabimus lampadem in loco terrae, ita per umbram planetae vel alterius sideris errantis in firmamento (vel potius in parte ejus Zodiacum continente) projectum designabuntur loca planetarum apparentia ex terra et ita ex heliocentricis habebuntur Geocentrica et vicissim; magno ad phaenomena solvenda vel praevidenda usu.

Postremo terra vel alius planeta, ut Jupiter, vel proprio mòtu inclusi automati circa suum axem agetur et satellitem suum circumferet, qualis Luna terrae est. Vel quod potius puto (quo magis debitè consentiant omnes motus inter se), si regula 7*R* vel *SR* perforata sit, communicatio obtineri poterit ope axis rigidi per cavum transeuntis, ut etiam motus terrae aequabilis circa suum centrum à primo motore praestetur motusque etiam Lunae circa terram licet inaequabilis (ob orbitam scilicet Lunarem debitè incisam) ab eodem primo motore efficiatur. Curandum etiam, ut Axis terrae semper maneat sibi parallelus. Eademque intelligentur de ♃

---

1) Der zwischen den beiden ** befindliche Passus ist in der Reinschrift ausgestrichen und durch den folgenden ersetzt: id duobus modis, qui nunc in mentem veniunt, poterit praestari. Unus est paulo operosior, ut cylinder à pendulo circumactus sibi circumdatum gerat tympanum, cui affixa regula, et secum circumagat; tympanum tamen longius ire in circumactione possit, quàm cylinder. nempe dente aliquo tympani cadente in rotam dentatam cylindri, sed firmo in unam partem, ut a dentibus rotae prehensus circumagatur cum rota; sed flexili in alteram partem, quo dentes rotae transsilire possint, cum tympanum longiùs ire debet. Elasmatis autem dens ille tympani flexus rectitudini suae restituetur et hoc dentis genus Galli artifices pedem capreae vocant, pied de biche. Alter modus facilior est, ut nimirum usw., wie im Texte.

et ♄ eorumque satellitibus sive Lunis. Sed etsi regulae sint inflexae, qualis supra descripta est *FGJK*, hoc nihil impediet communicationem motus per cavitatem regulae interiorem, nam tot axes intus erunt, quot rectae flexam componentes, quas ad se angulum rectum facere consultum est. ita axis per cavum *FG* transiens à primo motore circumactus, circumaget axem per *GJ* et hic axem per *JK*. Praestabunt autem elasmata, ut in tantâ licet multiplicitate durabilis sit exactitudo motus, quamdiu tantùm dentes orbitarum incisarum non sunt detriti, quicquid enim praeter primum motorem, quem ope penduli aequabilem haberi difficile non est, erroris in propagatione motuum irrepet, ab Elasmate in tantum propellente, in quantum patitur intervallum incisurarum orbitae, corrigetur.[1])

Ut umbra, quam ob lumen in terra vel sole vel alibi positum planeta projicit in firmamentum, sit, quantum fieri potest, accurata et definita, convenit tam lucens, quam opacum quantum fieri commodè potest, accedere ad punctum et lucens tamen esse vividum, cui usui fortasse servire possunt multi radii, ex lucido collecti speculis aliterve in unum locum, ubi intensior sit lux. Oportet etiam tam punctum lucidum, quam opacum, quam proxime cadere in centrum astri et licet projectio umbrae non perfectè loca definiat, tamen, cum circiter indicet, poterit accuratior definitio deinde aliter haberi; et quidem inter alia per radios visuales ope speculi in terra collocati, et incidentia in speculum ad oculum extra machinam positum reflectentis. Ita apparebit, quam fixam planeta in speculo tangat spectatori extra machinam rite intuenti projectione etiam umbrae (vel etiam, si placet, luminis per circulos perforatos). horizontem et meridianum, aliosque circulos tam variabiles pro situ spectatoris, quam constantes in firmamentum designare licebit. Et quoniam aliquando projectionibus obstabunt opes rigidi inflexi aliaque necessaria pro machinamentis, curandum est, ut obstacula illa quantum possibile est, extra annulum planetarium cadant. (Nempe ipsae orbitae, regulae et axes poterunt esse extra annulum et ex apice planetam repraesentante exire recta rigida perpendicularis ad orbitam planetam verum intra annulum praesentans. Ita is aliam orbitam intra annulum describet priori congruam. neque aliud, quam tot regulae rigidae, quot planetae, intra annulum cadent. Hae luneae rectae lineae non erunt perforatae et possunt habere suos flexus, ita ut gyrandae ipsae circa axem, qui ponitur recta perpendicularis ad orbitam planetae vicariae affixus, possent removeri nonnihil ad latus, quoties obstant, projectionis.)



Fig. 85.

Quoties machinam sibi relinquamus, motus erit satis lentus, nempe qualis planetarum. Sed quoties quaerimus faciem coeli tempore aliquo futuro oportet declarari motum, idque tunc fiet independenter a pendulo seu primario motore, qui motus regit, à quo machinamentum eo in casu poterit liberari, ita tamen, ut accurate notemus situm, ex quo dimovemus machinam, quò deinde omnia restituere liceat in veros motus, perinde ac si nihil ignovissemus. Quodsi retro ire velimus in tempore praeterito, ideò quoniam machina ipsa secundum praesentem structuram retrogrataduram non fert, hoc tamen remedio assequeremur statum praeteriti, si exploratum

1) Bis hierher geht die Reinschrift.

aliunde habentes statum coeli in puncto temporis vel instante anteriore ad id, cujus statum quaerimus. omnia debitè ad illud anterius instans accomodata in machina constitueremus. Unde tanquam à praesente progrediens ad futura in statum ejus temporis, quod illi anteriori futurum nobis autem praeteritum est, deveniremus, etsi fortasse mutata nonnihil structura nostrae machinae excogitari posset ratio motus retrogradi. Sed quoniam eo non usu adeò opus est, supersedebimus eique explicationi (Breviter res huc redit, ut orbita sit duplex et dentes ejus, quae retrogradationi servit, sint inversi priorum, manentibus tamen intervallis, et duo adsint Elasmata *E*, unum in unius dentes, alterum in dentes alterius incidere aptum, ita tamen ut removeri posset. ita prout unum vel alterum Elasma adhibetur motus fieri, prout introrsum vel retrorsum). Finis.

Anmerkung. Mit der Machina coelestis ist es Leibnizen ähnlich ergangen, wie mit der Unruhe der Taschenuhren. Er hat den Entwurf gemacht, zur Ausführung ist er aber nicht gekommen. Es fehlte ihm auch dazu wohl an mechanischen Hilfskräften, aber unzweifelhaft nicht weniger an der Lust, seine Entwürfe in die Wirklichkeit überzuführen. Man wird nicht sagen dürfen, daß er nicht die nötige Geduld gehabt hätte; Proben von solcher hat er durch die Konstruktion seiner Rechenmaschine ausreichend gegeben. Gerade daraus ergibt sich aber der Grund, warum das Interesse an seinen Entwürfen erlosch, nachdem er sie zu Papier gebracht hatte. Er sah sie mit den Augen des Mathematikers, aber nicht des Physikers an, munterte wohl andere auf, die Versuche zu machen, ließ es aber selbst, zudem durch andere Arbeiten immer im reichsten Maße beschäftigt, bei der Erfindung bewenden. Im Gegensatz dazu ruhte Huygens nicht eher, bis er seine Ideen auch zur Ausführung gebracht hatte, und erreichte dadurch auch den weiteren, freilich wohl auch durch besondere Anlage bedingten Vorteil, daß seine Erfindungen viel praktischer waren, wie die Leibnizens, wobei jedoch auch nicht vergessen werden darf, daß ihm die tüchtigsten Mechaniker zur Verfügung standen. So hat denn auch Huygens es nicht beim Entwurf seines Automati planetarii, „in quo planetarum motus in plano pulcherrime aemulatus est"[1]), bewenden lassen, er ließ ihn auch ausführen, und er bildet noch eine Zierde der im physikalischen Kabinett der Universität zu Leiden aufbewahrten Sammlung von Huygens' hinterlassenen Apparaten. Die Beschreibung und Abbildung seines Planetariums ist 1703 in seinen Opera varia veröffentlicht.

Spiegelfabrikation.

71. [4 Seiten 4° nicht von Leibnizens Hand geschrieben, von ihm korrigiert und mit einem Zusatz versehen.]

Ceux qui ont entrepris la Manufacture Royale des Glaces en France, et qui en ont des Privileges, ont demandé en même temps, que toutes les personnes nobles, qui pourroient s'associer dans cette Manufacture, le feroient sans déroger à leur noblesse, ce que sa Majesté leur [a] accordé avec exemtion de tailles, logemens de gens, de guerres etc. à tous ceux, qui pourroient y travailler, même a leurs commis, serviteurs et domestiques.

1) Hugenii vita in den von 's Gravesande 1724 herausgegebenen Opera varia.

Le premier Privilege de cette Manufacture est du mois d'octobre 1665 accordé en faveur de Nicolas du Noyer pour vingt années, qui fut renouvellé par lettres Patentes du dernier Decembre 1683 pour trente années sous le nom de Pierre Baynout.

Le second Privilege obtenu pour la Manufacture Royale des grandes glaces fut accordé le 14. Decembre 1688 en faveur d'Abraham Thevart pour le temps de trente années avec les mêmes Privileges que les Nobles, qui pourroient s'y associer, ne derogeroient pas à leur noblesse. Mais ayant depuis fait leur établissement à Saint Gobin près la Fere ils ont obtenu Lettres Patentes au mois de fevrier 1693, portant exemtions de tailles et autres impositions, tant en faveur des interessez, que leurs commis et serviteurs.

Ces deux Manufactures furent réunis ensemble par arrest du Conseil d'Etat du 19. April 1695, pour eviter aux contestations, qui etoient entre les Interessez: ce qui fut confirmé par lettres Patentes du premier May suivant, sous le nom de François Plastrier.

La maniere de jetter la Matiere vitreuse et christalline pour faire les Glaces n'a pas été mise en usage aussitôt, que des Miroirs: car d'abord que l'invention en fut trouvée, on n'avoit pas encore celle d'en faire de grandes. Ainsi, comme les Glaces étoient fort petites au commencement, les Ouvriers se contentoient de former une grande bosse de leur Matiere christalline au four, de la tailler ensuite avec de cizeaux, après les avoit bien maniere sur le marbre, et d'en faire des morceaux quarrez de la grandeur qu'ils desiroient, qu'ils mettoient sur une palette de fer au Fourneau, où ils les laissaient tant qu'ils se fussent etendus et unis. Alors ils les retiroient et les mettoient dans un petit Fourne[1]) au fait expres pour les recuire, en les stratifiant avec de la cendre bien fine et tamisée. Ce petit Fourneau estant plein, ils y donnoient peu de feu, et le laissoient refroidir de luy-même, puis retiroient leurs Glaces et les faisoient travailler, ainsi que nous le dirons au Chapitre suivant.

Les petits Miroirs ronds se faisoient et font encore de même: on fait un etoffe, on l'allonge en tournant tant, qu'elle soit de la grosseur que l'on veut: puis on la coupe avec les cizeaux comme les autres, on les met sur la palette de fer pour les unir, et on les fait ensuite recuire au petit Fourneau, puis on le polit.

Depuis ce temps là, voulant faire de plus grandes Glaces on trouva le moien de les jetter, comme on fait le metail c'est-à-dire sur un sable preparé, comme celuy de fondeurs et on les faisoit plus grandes, en passant un railleau de métail par dessus cette Matiere, pour l'etendre et la rendre egale et unie.

Ceux qui sont parvenus à les faire d'une grandeur extraordinaire, comme elles se font à Muran près de Venis et dans nos Manufactures Royalles, ont encore cherché des moyens plus aises et plus solides, que le sable, qui a ses difficultés. Ils ont d'abord fait faire de grandes tables de cuivre polies, sur les quelles ils ont jetté leur Matiere; mais ces Tables n'etant pas assez épaisses, la chaleur de la Matiere les faisoit travailler de maniere, que les glaces n'étoient pas bien unies. Depuis cela, ils ont eu recours au fer, et ils en ont fait faire des Tables fort épaisses, capables

1) Lies Fourneau.

de resister à tout; qu'ils ont rendues tres unies et polies, de maniere qu'elles ont une grande solidité, et qu'elles sont durables.

A ces Tables, qui sont de la grandeur des Glaces, que l'on veut faire, il doit y avoir une espece de coulisse de l'epaisseur, que la même Glace doit être, que l'on pousse promtement aussitôt que la matiere est jettée sur la Table, pour l'etendre partout et la rendre egale et unie.

Il y en a qui se sont servis de Tables de Marbre dur, creusées de l'epaisseur des Glaces, ayant un bout ouvert, que l'on fermoit ou ouvroit pour les retirer, et l'on glissoit par dessus une piece de metail, pour etendre celuy de la Glace partout et la rendre egale et unie.

Voilà la maniere usitée pour faire les grandes Glaces, qui ne sont pas moins surprenantes qu'elles sont belles. Et si on considere le point où on est aujourd'huy parvenu par la grandeur extraordinaire que l'on donne aux Glaces de Miroirs: on admirera à quel degré de perfection le genie de l'homme se peut porter et qu'il est capable de tout entreprendre, pour veu qu'il applique serieusement à l'etude des sciences profondes.

Apres[1]) que vous aves faites recuire vos glaces, il faut le poser en un lieu preparé sur le sable, afin qu'elles portent par tout, autrement on pourroit les casser en les travaillant. Alors avec du sable tres fin et de l'eau et une molette très propre a ce sujet l'ouvrier leur donne la premiere façon en les pottant et polissant bien partout. En suite avec l'Emery en poudre l'eau et la molette ils donnent à ces glaces un second poliment qui les rend fort unies. Et lorsqu'elles sont dans l'estat ou elles doivent estre, ils leur en donnent une troisieme avec de tripoli pour les rendre douces, et constans avec l'eau à la moulette de maniere, qu'ils rendent ces glaces dans la perfection, ou nous les voyons. il y en a, qui passent encor la chaux d'estain pour une preparation pour leur donner plus de lustre. pour bizeler ces glaces on se sert du grec[2]) avec l'eau, qui use le cristal autant que l'on veut en frottant un temps convenable et de telle largeur, qu'on le desire.

Pour donner l'Estain aux miroirs, il faut avoir une table bien unie, qui soit plus grande que la glace, puis etendre sur cette table une ou plusieurs feuilles d'estain d'Angleterre du plu [wohl plus] fin, epaisse comme une feuille de papier sans ply ny raye ny macule, prenez du bon Mercure et les versez sur cette feuille en sorte, qu'elle en soit tout couverte. Estant bien imbibée vous coulerez vostre glace dessus et elle y attachera. Apres cela retournes vostre glaces et mettes des feuilles de papier bien unies sur l'etain, que vous presseres doucement en coulant la main, pour en faire sortir le superflu du mercure. En sorte vous feres secher cet etain au soleil, ou bien à un feu fort doux et il sera parfait.

Mais pour les grandes Glaces il faut les poser sur la table du costé bizelé, et que celuy ou l'on doit appliquer l'étain soit en haut, puis appliquer pardessus et feuilles d'etain bien uniment, en faites verser le mercure en sorte, qu'il pousse dissoudre toutes les feuilles et peu de temps apres mettre des feuilles de papier par dessus, comme nous avons dit, et presses doucement en coulant la main pour oster le superflu de Mercure, puis faire secher comme dessus.

1) Von hier an von Leibnizens Hand geschrieben. 2) Wohl craie.

Anmerkung. Im April 1673 schrieb Leibniz aus Paris, wohin er 1672 gegangen war, an Habbeus: „Ich habe seit ich in Frankreich bin, wahrgenommen, daß die Manufakturen hier zum größten Teil in dem blühendsten Stande sind, teils durch die Geschicklichkeit der Nation, teils durch die besondere Sorge des Königs, welcher die besten Arbeiter von allen Seiten hat kommen lassen und nichts spart, um ihnen ihre Geheimnisse und Erfindungen abzunehmen, welche oft in den Händen eines Privatmannes nicht viel bedeuten, aber fähig sind viele Menschen zu bereichern, wenn sie durch das Ansehen eines großen Fürsten gepflegt werden ... Wie nun Paris die Metropole der Galanterie ist, so wäre es wichtig, von den Arbeitern hier das Feine und Delikate ihrer Geheimnisse zu fischen, was man zuweilen durch Geschicklichkeit, mit Anwendung einer kleinen Aufmerksamkeit, tun kann.“ Und weiter: „Was mich betrifft, so habe ich Gelegenheit gehabt, nicht nur mit einer Menge guter Handwerker umzugehen, sondern auch etwas aus ihnen herauszuziehen.“ (Nach Guhrauer, Gottfried Wilhelm Freiherr von Leibniz. Breslau 1846. Bd. I. S. 114.) Das Ergebnis eines solchen Fischzugs dürfte die obige Mitteilung sein, doch ist sie nach 1695 niedergeschrieben und also wohl kaum das Ergebnis seiner persönlichen Nachforschung.

Schußwaffen.

72. [1 Blatt 4°. Auf der einen Seite ganz, auf der anderen halb beschrieben; ziemlich unleserlich mit viel Korrekturen.]

Tormentum mortarium, quod globum projiciat vi vacui seu aëris pondere. Tormentum hoc ponatur esse longum pedes p, basis ejus pedum quadratorum y. Erit cylinder aqueus eandem cum tormento basin habens cylindro aëris aeque pollens pedum $30y$. unus autem pes cubicus aquae ponatur ese minimum semicentenarii ponderis (est enim ...[1]) librae 60 et 70). Ergo pondus, quod agit, aestimari potest minimum 30 y semicentenarium. Jam pondus tale decidens per altitudinem, quanta est longitudo tormenti, videamus, quam aequat vim. sit AB aequ. BC et sit AB tempus ABC, ut p, seu ut spatium percursum. Experimento Mersenni[2])

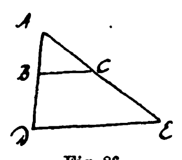


Fig. 86.

1) Unleserlich, wohl pondus.

2) Hierüber findet sich die folgende Notiz in Leibniz' hinterlassenen Papieren: „La balle du bombe enfonce egalement dans la terre labourée, soit qu'on la tire directement de haut en bas contre la terre, comme la balle (*A*) tirée contre la terre avec la mortier (*B*) enfoncée dans la terre *CC* jusqu'en (2 *A*), soit qu'on tire la Balle 1 *A* en haut 2 *A*, avec la mortier *B* et que delà retombant, elle enfonce jusqu'en 3 *A*. Cette experience a esté faite par le P. Mersenne et ses amis, lorsque van Helmont estoit à Paris“. van Helmont hielt sich während des ersten Jahrzehnts des 17. Jahrhunderts in Paris auf. Über die Phaenomena ballistica handelt Mersenne in seinem 1644 in Paris erschienenen Werke Cogitata physico-mathematica.

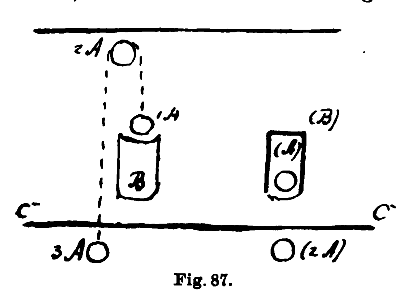


Fig. 87.

globus plumbeus intra duo secunda percurrit pedes 48. Licet autem medulla sambucea ob resistentiam aëris opus habet secundis ...[1]) nobis tamen von videtur desideranda magnopere aëris resistentia ipso aëre decidente et ita ...[2]) sit ergo AD, ut secunda 2 et ADE triang., ut 48. est autem AB^2 ad AD^2 seu ad 4, ABC seu p ad ADE seu 48. Ergo erit AB^2 aequus $4p:48$ et AB aequ. $2\sqrt{p:48}$, quod erit tempus, quo decidit cylinder aëreus. idem AB re ...[3]) celeritatem, quae tam celeritas et vis ...[4]) $4p:48$ seu $p:12$, quae datur in pondus $3y$ ...[5]) integram potentiam $\frac{5y}{2}$, quaeritur, si aër totam suam vim communicet bombo semicentenariae ponderis ejiciendo, quanta futura sit bombi celeritas, ea sit x ...[6]), si aliud sit pondus bombi nempe b fiet $2bx^2 = syp$, unde dato pondere bombi b et celeritate ejus x seu spatio, quod uniformi motu absolvit, haberi poterit p longitudo tormenti vel saltem $2p$. sit xx altitudo (ad quam celeritate x attolli potest pondus b) pedum 3000 ...[7]) unitas hoc loco pesant icy aquae seu semicentenariis 100 ...[8]) si $b = 10$ [?] semicentenaria erit $yp = 600$ pedum cubicorum spatii $= 24$ $\boxed{2}s$.

Utque esse possit in obsidionibus, tum pulveris pyrii paucius impendendi causa, tum ut accuratè scopum feriamus. sed longè majorem adhuc vim exercere poterit aëris compressio. Nam cum aër in dimidium aëris compressum est, tantam vim exercet, quantam hoc tormentum aëris exhausti, si in quartam partem spatii duplo majorem! Et ita non augendo tormenti magnitudinem vis augeri potest non computavimus quantam aeris resistentia vis jactus diminuatur.

78. [Notiz auf einem Blatt.]

Neue manier zu schiessen, welche zur gewissheit des schusses ein grosses thun würde. es ist aus den florentinis experimentis, so von Renaldino[9]) in Analysi erzehlet worden, zu nehmen, dass die ursach des ungewissen schusses meist daher komt, dass die Kugel im Lauff spielet und bald auff der einen, bald andern seite anstösset und hin und her prallet; solchem vorzukommen, so ist befunden worden, dass, wenn die kugel nur am rande des mörsers aufliegt, alsdann ein gewisser schuss damit zu thun gewesen, allein sie verfangt nicht soviel gewalt, als wenn sie eine Zeit lang im Mörser vom Pulver getrieben wird. Beydes nun zu erhalten, habe bedacht, ob nicht versuche, dass der mörser die Kugel a treibe, welche aber am ausgang finde die Kugel b, welche an gewicht und form gleich, der sie ex legibus motorum meis ihre ganze Kraft geben wird, und würde also anstatt der Kugel a die Kugel b hinaus gehen mit eben der gewalt, wie a, die Kugel a aber ganz matt wieder herunter fallen. Nur ist zu besorgen, die eisernen Kugeln dürffen den allzu grossen Choc nicht ausstehen. Daher wenn dieses nicht mit pulver zu thun, dürffte es doch zum wenigsten bei meinen neuen Windtbüchsen angehen

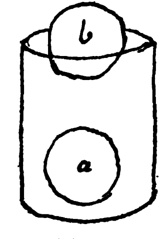


Fig. 88.

1) Unleserlich. 2) Unleserlich, vielleicht non resistente.
3) Unleserlich, wohl repraesentat. 4) Unleserlich, vielleicht erit ut.
5) Unleserlich, vielleicht Pono. 6) Unleserlich, vielleicht igitur.
7) Unleserlich. 8) Unleserlich. 9) S. Anmerkung.

und also keine neue Ladung von nöthen seyn, sondern eine Kugel bliebe darin, bey jedem Schuss aber legte man nur eine neue Kugel auf die Mündung. Dass were das erste mahl, dass man die regulas percussionum zu Nuz gemacht.

Anmerkung. An der Aufgabe, zweckmäßigere Schußwaffen herzustellen, als die zu dieser Zeit üblichen haben sich die Zeitgenossen Leibnizens mehrfach versucht. Guericke und nach ihm Papin suchten das Schießpulver durch den Druck der Luft auf einen luftleer gemachten Raum zu ersetzen, doch wollte der letztere zu dem nämlichen Zweck auch komprimierte Luft, ja Wasserdampf anwenden. Hier spricht nun auch Leibniz von „seiner“ neuen Windbüchse, über die jedoch weiter nichts bekannt ist, so daß er möglichenfalls auch die Papins mit komprimierter Luft[1]) gemeint haben kann. Auf einem Blatt wenigstens, welches ich am Schlusse seines Briefwechsels mit Papin mitgeteilt habe, und das mit den Worten beginnt:[2]) „On n'est pas ingenieur mais ayant des correspondences fort étendues, on connoist des ingenieurs habiles et fort experimentés, qui proposent des inventions importantes comme par exemple:“ und nun beschreibt er unter 1) einen Apparat, der nur als eine Windbüchse mit komprimierter Luft aufgefaßt werden kann, als 2) die in obiger Notiz auseinandergesetzte Art zu schießen, aber als 6) die erste Dampfmaschine Papins. Was nun die Zeit der Niederschrift von Nr. 73 betrifft, so hatte Huygens die Stoßgesetze 1669 veröffentlicht, Leibniz sein Prinzip von der Unveränderlichkeit der lebendigen Kraft in den Actis Eruditorum von 1686 mitgeteilt. Dies führt demnach noch zu keiner genaueren Zeitbestimmung, eher vielleicht die Erwähnung Renaldinis. Denn da die Saggi der Accademia del Cimento, die 1667 erschienen waren, die Namen der Urheber der einzelnen Versuche nicht mitgeteilt haben, so dürfte Leibniz die 1694 erschienene Philosophia naturalis des Renaldini gemeint haben und die Abfassungszeit der in Rede stehenden Notiz in die Mitte der 90er Jahre des 17. Jahrhunderts zu setzen sein.

Wasserhebung und Pumpen.

74. [4 Blatt 2°, voll beschrieben.]

Allerhand observationes Mechanicae et sigillatim Hydraulicae.

Scheda 1.

Man hat mehr Sätze[3]) in den gruben, theils weil einem die Last zu schwehr, theils noch weil unter wegens Wasser mitzunehmen, so sonst hinab in die tieffe fallen werde. Das erste belangend, so wird ein Saz, so das Wasser auff die 220 schuh heben soll, mit 50 Zentnern oder 5000 ℔ beschwehret, und müste derowegen der Kolben und die Stangen sehr stark seyn; das andere betreffend kondte man endtlich das hinabfallende Wasser wohl brauchen, an einer mit eymern versehenen Kette, umb durch das hineinfallende Wasser das erz heraus zu fördern.

1) Gerland, Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin pp. Berlin 1881. S. 16. 2) Ebenda S. 399.

3) Es sind Pumpensätze, übereinander befindliche Pumpen, gemeint.

Man köndte das wasser, so man in der Höhe über den 1.) Lachter Stollen des Clausthalschen Burgstädter Zugs[1]) behält, anizo, wenn solche Durchschlagung, zu Einhang eines seyls mit Eymern anstatt Kehrrades[2]) brauchen.

Wenn durch saugung oder pressung der Lufft in Distans wohl zu operiren, gienge alles gestänge ab, und das wäre ein überauss grosses worth.

Blasebalg *A* sauget die Lufft aus der Röhre *BCD* und per consequens das wasser aus den sümpfen[3]) *E* in die Mörser *F*, mittelst der communicationen *G*; wenn nun der Mörser *F* voll, öfnet sich *H*, so laufft das wasser hinaus zu *i*, in wärender Zeit schliesset sich *G*, wie anderswo ausführlicher. Nun ist diess die difficultät, wenn *BC* sehr lang, kommt die saugungskrafft nicht sobald in die Röhre *CD*, weniger bei die gossen, wenn gleich mehr Lufft gehet in *A*, als in alle gossen.

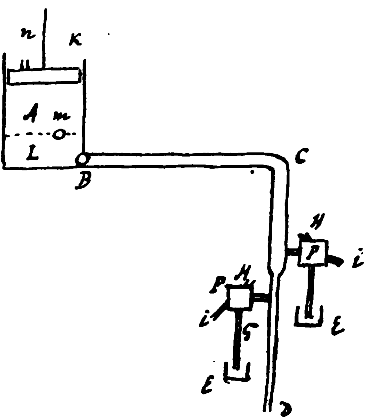


Fig. 89.

Der mörser *F* muss nicht hoch seyn, sonst ist soviel Krafft, als dessen Höhe austrägt, verlohren, weil das bis auff *H* gehobene wasser malen danach *i* heraus fliessen muss, müste desto weiter seyn. Konnte man nicht auch höhe verlieren, als bey den ordinari aussgüssen, alda nach dem wasser wieder herab in den Sumpf aus der gosse fallen muss. Soviel im saugen lufft aus der langen röhre sich in den blasebalg *A* ziehet, umb soviel vermindert sich der wiederstand, den der Kolben *K* im auffgehen fordert, denn die lufft im blasebalg hält die äussere in balance. aber umb soviél weniger wird er hernach von der äusseren Lufft wieder hineingetauchet. Der Verlust der Krafft bestehet darinnen, wenn im wärenden saugen die Luft *BCD* als zu weit entfernt nicht hilfft, noch sich geschwind genug gleich austheilet oder austhänet, hernach aber erst im nieder gehen sich angefunden und dann wiederstehet. Deme zwar in etwas zu helffen, wenn bey *B* eine der Röhre *BC* auswendige Klappe, so sich schliesse, doch bleibt noch ein grosser Verlust, denn im wärenden auffgehen des Kolbens *K*, findet sich die lufft in *A* allmählig an aus *BC*, und da sie nicht die ganze Zeit des auffgehens aber geholffen, hindert sie doch die gantze Zeit des Niederdrückens über. Diesem

1) Die seit dem 13. Jahrhundert auf dem Oberharz betriebenen Gruben, deren Ausbeutung die Bergstädte Clausthal und Zellerfeld ihre Entstehung verdanken, gehörten zu Leibnizens Zeiten zum Teil zu Hannover. Einer der Erzgänge, auf denen dort das Erz gewonnen wird, führt den Namen des Burgstädter Zuges (s. Das Berg- und Hüttenwesen des Oberharzes, herausgegeben von H. Banniza, F. Klockmann, A. Lengemann und A. Sympher. Stuttgart 1895. S. 45).

2) Kehrräder nennt der Bergmann mit zwei nebeneinander liegenden, entgegengesetzt gerichteten Schaufelkränzen versehene Wasserräder, die sich in der einen oder der anderen Richtung drehen, je nachdem man durch einen verstellbaren Schützen das Betriebswasser auf den einen oder anderen Schaufelkranz fallen läßt.

3) Sümpfe nennt der Bergmann die in den Tiefen der Gruben zusammenlaufenden Wassermengen, die durch die Pumpen gehoben werden müssen.

zu remediiren müste machen eine separation *L*; unter *A* in wehrendem auffsteigen ist die Communication bey *B* zu, damit sich in wehrender solcher Zeit nichts aus *BC* nach *L* ziehe, dazu muss es nicht durch eine genaue Klappe, sondern durch eine falzung oder dergleichen geschehen. hingegen thut sich die Klappe oder communication *m* auf und wird die lufft in *A*, wie in *L*, und die Lufft in *L* hilfft zur balance gegen die äussere Lufft; in dem aber der Kolben *K* hinabgehet, thut sich die Klappe *m* zu, die Falze *B* in eben dem Moment auff, und unterdessen ziehet *L* aus *BC* neue Lufft an sich. der Kolben aber findet in *A* nicht mehr wiederstand im niedersteigen, als er Hülffe gehabt im aufsteigen. der Kolben *K* muss ebenwohl im auff-, als im niedergehen schliessen, damit er von der äusseren lufft wieder niedergestossen werde, weil der Zug nicht hoch und *A*, darinn der Kolben aufgehet, weit seyn kan, liess sich das perfecte schliessen am füglichsten mit Mennige zu wege bringen; so gienge alle friction und liederung ab. ich glaube, das rathsam seyn würde, die sätze *FE* über 24 schuh nicht hoch zu machen; denn weil die lufft nicht sobald vollkommen ausgesauget wird in *CD*, so dürffte das wasser nicht auf seine ordinäre Höhe sobald steigen wollen; ich finde, dass in dem Kolben *K* eine Klappe seyn muss *n*, welche sich im niedergehen nicht alsbald, sondern alsdann erst aufthut, wann die ausgethänte lufft in *A* wieder durch das niedersteigen des Kolbens zusammen gepresset und endlich stärcker wird, als die äusere. Da hebet sich die Klappe und wird die Lufft alle ausgetrieben aus *A*. Wenn sich die Klappe *N* im niedersteigen des Kolben *K* bald hebet, ist es ein Zeichen, das *L* wohl sauge.

Alle Liederung und Friction oder überflüssige resistens bey den ordinären Pumpen abzuschaffen. ich habe zum öffteren considerirt, das bey den Pumpen und Wasserkünsten durch die liederung und friction der Kolben oder embolorum ein grosses Theil der Krafft absorbirt werde, denn weilen es genau schliessen soll, damit das wasser zwischen der Gosse und dem Mörser nicht durchschlüpfe, so hält es hart wieder, man köndte dann eine gewisse Liederung finden, es sey mit feder, wie bei den hölzernen blasbälgen, welches aber in die rundte nicht wohlen gethan und über diess sehr klares wasser erfordert, oder mit schwammichte Materien oder mit Küssen, so mit eisern Draht auf Hrn. Weigelii[1]) Weise ausgestopfet, oder mit einem ring oder feder, so sich aufthut, oder mit einer wulst, darinn gepressete Lufft. Der simpleste modus aber scheint zu seyn per ipsam naturam angustiae oder per principium inertiae corporum naturalis, dass nehmlich die Cörper einer geschwinden Bewegung wiederstehen.

Gesezt es sey ein hölzerner Mantell *AB*, so etwa mit Blech gefüttert, wie wohl solches nicht nöthig scheint. Darinne gehet der Kolben *C*, gezogen von der Stange *CD*, so durch das schmale Rohr *EF*, welches so hoch als dienlich, genau gehet, ferner damit der Kolben in gerader Linie auff und abgehe und an den Mörser nicht antreffen könne, dient die eiserne Stange *GHLM*, so durch den Kolben gehet, in *HL* und

1) Der bekannte Jenenser Professor und weimarische Oberbaudirektor, der 1699 starb.

nicht in demselben, sondern nur oben und unten in mössingenen büchslein anrühret, darff nicht ganz in der mitten, sondern muss etwas an die ecke seyn, soviel die Dicke der Zugstange betraget, ist oben bei *G* und unten bei *M* vermittelst herabgehender Querstangen in dem Mörser befestiget. Unter dem Mörser ist ein kleines Röhrenstück *Np*, damit der Kolben das Wasser auss dem sumpf *Q* in den Mörser sauget. Damit aber das wasser soviel thunlich rein sey, kan *Np* auff einem stück geflochtener Matte stehn oder selbige dafür genagelt seyn. über *N* ist eine Klappe *r*, so sich im niedergehen des Kolbens schliesset und das wasser nicht wieder herauslässet. Indem nun der Kolben aufgehet, kan die grosse Quantität wassers, so darüber, nicht alsbald durch die enge zwischen dem Kolben und dem Mörser durchkommen, also muss das übrige notwendig zur schlam Röhre hinaus. Damit aber gleichwohl der wenige grand, so durchschluppen möchte, nicht zwischen dem Kolben und dem Mörser sich schliffe, so kan der Kolben oben ein wenig dicker seyn, also unten, dergestalt, dass der grand, so zwischen Kolben und mörser kommen, besser hinabfallen kan; ich halte dafür, man könne den mörser ehern nehmen in grösse eines der grossen stangenstöckl von Holz ausgebohrt; den Kolben ebenmässig von Holz; und dergestalt wäre der Mörser in die 13 bis 14 Zoll weit, je weiter der mörser nach proportion der enge zwischen mörser und gosse, ie schärffer wird der Kolben ziehn und je mehr wird er aussgiessen; weil aber grössere Pumpenstöckel alhier aufem Harz nicht gebohrt werden, vermeine ich, dass diese Mörser weit genug und, im übrigen kan man die operation oder aussguss durch die länge des Kolbens verstärken, doch muss alsdann das pumpenstöckel anoch desto länger seyn. Summa, ie weiter der Mörser *AK* und ie länger *HL*, so die Länge des Kolbens ist, ie schärffer giesset der Saz aus. Weilen aber geschehen kann, dass der Saz gar zuviel aussgiesse, dadurch die Kunst[1]) beschwehret wird, so kan man solches wiederumb verringern, indem man einige Klappen im Kolben, welcher durchbohret seyn muss, wegnimmt und alda öffnung macht, man kan auch von der Länge des mörsers etwas abnehmen; item man kann vom Kolben unten abnehmen, damit die angustia nicht so lang seyn, und köndte auch dieses mit blossem Stopftuch, so umb den Kolben gewunden, geben und nehmen und die angustias enger oder weiter machen, und hat man sonderlich den Zug zu schärffen, damit es nicht matt gehe, wenn die Kunst etwas langsam gehet. ich wollte rathsam achten, dass man den mörser noch eins so hoch nehme, als jezo die gossen seyn, und den Kolben fast so hoch, als jezo die gossen, köndte aber hohl seyn, damit das wasser durch den Kolben zu gehen keine difficultät finde.

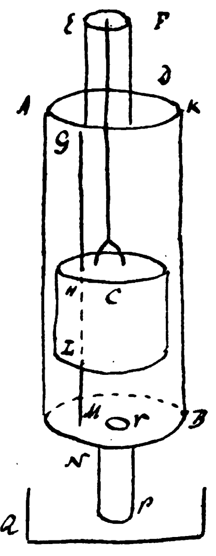


Fig. 90.

man muss machen, dass es nicht geschwinder gehe, als sonst, denn sonsten würde die naturalis cohäsio des wassers sowohl secum, als am Kolben desto mehr resistiren

1) Bergmännischer Ausdruck für Maschine.

Es ist zu mercken, dass dieser Satz angefrischet werden muss, wie die gemeinen säze, die da saugen, sonst kann er schwehrlich das Wasser aus dem sumpf Q an sich ziehen.

Auff dem Burgstedter Zug zum Clausthal können sie nicht wohl Kehrräder anlegen, dieweil sie die Kehrräder nahe bey den Gruben oder in die Gruben hinein zu hängen pflegen. in die gruben dürffen sie das wasser nicht schlagen, wegen des Stollenkerwegs mit der Communion;[1]) nahe bey den Gruben dürffen sie am tage[2]) keine Kehrradtsstuben brechen, denn die erde alda überall verlezet und voll alte gängen oder lächter, daher dass wasser sich in die grube hinein ziehen und in die erde verlieren würde; aber die Kehrräder, welche eigentlich alda gebraucht werden, das Erz aus der gruben zu ziehen, etwas von den gruben abzulegen und das Erzräderwerk durch ein gestänge zu treiben, hält das Bergamt vor unmöglich laut ihres protocolls, weil es darauff ankomt, durch ein abgelegens Radt eine welle rund umbgehen zu machen, alleine solches kan geschehen durch einen doppelten Krumm-Zapfen, dessen ein theil ortsschicks oder perpendicular auf das andere. es kan auch wohl das rad sowohl, als die welle auf ieder seite einen Krumm-Zapfen haben, doch dass der eine ortschicks auff den andern. So bleibt das rad und welle besser in der wage und kan nicht kippen, man kan beyderley gestänge mit einerley böcken unterstützen.

Modus mit der Helffte des wassers, so iezo gebraucht wird, ein Kehrrad zu treiben; auf iezige weise, da das Eiserne Seil[3]) seine zwey enden, hat man alsdann, wann das seil auff beyden seiten gleich schwehr, die blosse last der tonne zu ziehn, vorhehr aber hält es hart, denn man muss das schwehre seyl hinauff ziehn, hernach aber gehts geschwind und ziehet das überhangende ende des Seils die Last selbsten, unterdessen lasset sich gleichwohl das wasser auffs Kehrrad nicht alsbald abschlagen, werde auch vergebens abgelauffen, weil es doch einmahl auss dem Teich gezapfet. Wenn aber ein Seil ohne ende umb die welle gehet, so hat man allzeit

1) Der Oberharz bildete einen Teil des 1235 für den Enkel Heinrichs des Löwen, Otto das Kind, errichteten Herzogtumes Braunschweig. Durch mannigfache Erbteilungen wurden seine Gruben zum Teil unter dessen Nachkommen verteilt, zum Teil als Kommunionharz gemeinsam von ihnen betrieben. Seit 1642 standen der Wolfenbüttelschen Linie drei, der Lüneburgischen (zu Leibnizens Zeiten anfangs herzoglich, später kurfürstlich Hannoverschen) Linie vier Siebentel davon zu. Die Gruben standen mehrfach in unterirdischer Verbindung.

2) Jetzt: über Tage, d. h. an der Erdoberfläche.

3) Man möchte hierbei an Drahtseile denken, die ja nach neueren Funden bereits im Altertum bekannt gewesen zu sein scheinen. Solche sind aber offenbar nicht gemeint, da sie erst 1834 durch Albert und Mühlenpfordt erfunden und im Bergbau in Anwendung gekommen sind (s. Köhler, Lehrbuch der Bergbaukunde. 6. Aufl. Leipzig 1903. S. 418). Hier sind unter eisernen Seilen Ketten zu verstehen, die 1568 Sander zuerst zur Förderung im Rammelsberg bei Goslar verwendet hatte, die aber am Anfang des 19. Jahrhunderts ihres großen Gewichtes wegen wieder außer Gebrauch kamen und durch Hanfseile ersetzt wurden. Daß Leibniz Drahtseile noch nicht kannte, geht aus Nr. 126 hervor, wo er Wagen auf kurz gespannten Stricken gehen lassen will. Auch sonst redet er nur von Ketten und Stricken.

eine gleiche last zu ziehen, nehmlich allein die last der tonne Erz, etwa 5 Zentner, welche bey weitem nicht der last des eisernen seils gleichet und also bin versichert, dass nicht einmahl die helffte des wassers erfordert werde, oder man köndte es wohl mit dem halben fall verrichten.

Wie man anstatt des fluchtgestänges mit langen wellen in distans operiren könne, muss aber praecise in gerader Linie bleiben, oder hernach ein räderwerk gebraucht werden. wenn nehmlich unterschiedne wellen *ab*, *cd*, *ef*, *gh* an einander gefüget mit Zapfen *bc*, *de*, *fg*, so in der mitten rund, damit sie auff den böcken *h*, *l*, *m* umbgehen; an den beyden enden aber viereckigt oder mit blettern, damit sie in den wellen befestigt seyn.

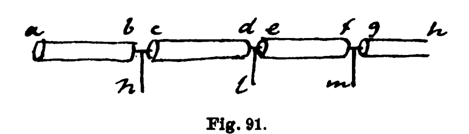


Fig. 91.

Demonstration wie das Teichwasser[1]) besser zu gebrauchen ohne änderungen der Machinen, darauff es geschlagen wird. Gesezt es sey ein Teich, dessen Spiegel sei *a*, der obere spiegel *b*, der untere spiegel *c*. Gesezt der Teich sei hoch 4 lachter und der obere Spiegel sey in der mitten, der untere aber unten, so wäre[2]), weil nun das wasser *ab* zum Zapfenloch *b* abgezapfet wird, so verliert das wasser soviel fall vergebens, als es höher stehet, dann *b*; nehmlich das wasser in *d* verliert einen fall, wie *ab* oder *aq*, das wasser in *l* einen fall, wie *lb* oder *lr*, das wasser in *m* verliert einen fall, wie *mb* oder *ms*. Daher wenn das triangulum *qab* auffgerichtet auf das planum Papier gestellt wird, also dass *ab* bleibet, und wird hernach über das trapezium *dfeg* hergeführt, also dass die puncten *a* auff der Linie *dg* und der punct *b* auff der linie *bf* hehrgehen und also consequenter, so macht der ductus oder das solidum *kdfegh*, welches die perpendiculariter aufgerichteten Linien dieses trianguli, so lange sie auff dem trapezio gehen, beschreiben, das quantum, dabey der verlust des falles zu ästimiren. Ein gleichmässiger calculus kan mit wasser *fec*, so zwischen dem oberen und unteren zapfenloch begriffen, angestellt werden.

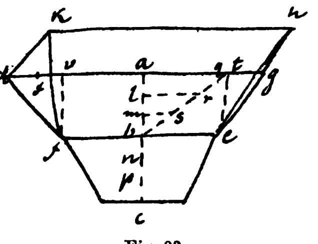


Fig. 92.

Den calculum besser zu ziehen, seze eine hypothesin oder exemplum in specie. *vfet* sey ein parallelogrammum octangulum, *dg* sey 20 lachter, *fe* oder *vt* sey 10 lachter, *dv* oder *tg* sey 5 lachter, *ab* oder *vf* oder *te* sey 2 lachter, ich will noch sezen, der Teich seiner Länge nach behalte überall die form, so hier die fronte oder der Teich . . . .[3]) Um die Enden *qab* oder *vfet* ist das halbe Prisma *ve* in *ab* oder halb *fe* in qu. *ab*, ferner *qab* in $dvf + gte$ ist das halbe Prisma *ab* in *vf* in *dv*

1) Die auf dem Oberharze bereits im 16. Jahrhundert, wenn nicht noch früher, angelegten Teiche liefern die für den Bergbau nötigen Aufschlagwasser. Es sind sämtlich Talsperren.

2) Die Worte „so wäre" wohl von Leibniz vergessen auszustreichen.

3) Unleserlich, vielleicht: sey ein Pyramidenstumpf.

oder halb *dv* in qu. *ab*, ergo wenn man in *dv* bezeichnet den mittelpunkt *x*, so ist das solidum *kdfegh* gleich dem quadr. *ab* (welches ist 4 quadr. lachter) multiplicirt durch *ax*, (welches $7^1/_2$ lachter), thut 30 cubische lachter. Dividiren wir nun solches prisma durch das trapezium *def*, bekommen wir die Höhe des prisma oder was eigentlich an fall von der dem Teich entfallenden quantität wassers verlohren wird. Nun ist des trapezii inhalt *ve* (20 qu. lachter) + bis *dv* in *ab* (10 qu. lachter) summa 30 qu. lachter. Dadurch dividirt 30 cubische lachter giebt 1 lachter oder halb *ab*, welches ist der verlorene fall des wassers im Teiche, also dass ein Viertheil eines radt wassers dadurch verloren geht, wenn man es auf 4 lachter rechnet.

Anmerkung. Der von Leibniz berechnete Körper hat die folgende Form. Die von ihm angenommenen Abmessungen sind eingeschrieben.

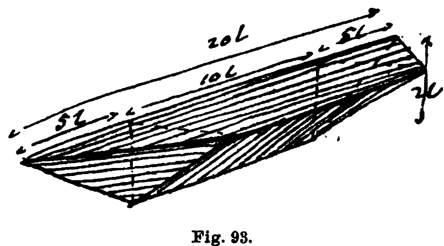


Fig. 93.

In der Beurteilung des von Papin in den Nouvelles de la Republique des Lettres 1688 mitgeteilten Planes, der einen ähnlichen Zweck verfolgt, wie die am Anfang dieser Scheda 1 mitgeteilte maschinelle Einrichtung, die den Inhalt von Nr. 89 bildet, sagt Leibniz, daß er sie bereits einige Jahre zuvor angegeben habe, ihre Entstehungszeit und dann wohl auch die der folgenden Scheda 2 wird also etwa in das Jahr 1685 zu setzen sein. Damit würde auch stimmen, daß sich Leibniz damals mit den Mitteln zur Überwindung der dem Harzer Bergbau infolge von Wassermangel erwachsenen Schwierigkeiten beschäftigte und in dieser Zeit öfters in Clausthal aufhielt, wo er die obige Skizze zu Papier gebracht zu haben scheint.

75. [4 Seiten 2°.]

Observationes Mechanicae et singulariter Hydraulicae.

Scheda 2.

ich habe erwiesen (pleynle ewiedent), dass ongefähr in den teichen wegen der Zapfelnlöcher ein vierthel rad wasser verlohren gehet, wobey zu consideriren, dass sie gemeiniglich das obere und untere[1]) Zapfenloch einer halben radeshöhe von einander nehmen, damit im nothfall das wasser des untern striegels[2]) auf's halbe radt (darauf das wasser des obern striegels fallet) geschlagen werden könne; weil nun die helffte dieser Differenz, wie bewiesen, ohngefehr verlohren wird, so folgt, dass auch ohngefehr die helffte eines halben rades verloren werde. Es muss aber solches nur einmahl, obgleich das Wasser auff unterschiedene räder nach einander fallet, verstanden werden. Damit nun dieser Fall nicht verlohren, sondern angewendet

1) Hier ist darüber geschrieben: Bergwerck.

2) Striegel heißt auf dem Harz der Zapfen, welcher die zum Ablassen des Teiches dienende Öffnung verschließt.

werde, wäre folgendes das beste Mittel meines ermessens. gesezt der Teich sei *ab*, der teichtannen *nc*, das Zapfenloch *d*, so soll seyn ein sipho *e* in dem Tannen befestiget, unten etwas enge und oben weiter, in welchem das Wasser so hoch steige, als es im teich. in solchem siphone seind unterschiedene löcher, daraus das Wasser zu zapfen. Dann nachdem es hoch gestiegen, wird das nächste Loch geöffnet. oben ist er weit, damit genugsam wasser damit auss dem teig zu zapfen sey. das wasser von *e* kann man auff die schauffeln eines rades unten bei *f* herabschiessen lassen, welches dadurch kan umbgetrieben werden, und entweder etwas arbeiten oder ein theil des wassers in die Höhe entweder in einen höheren graben oder gar wieder in den teich bringen, der sipho kondte schief stehen // und auch das rad mit seinen Schauffeln und welle, so kan am besten aus dem siphone das wasser in die schauffeln gezapfet werden, doch ist solches auch eben nicht nöthig.

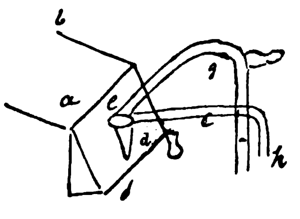


Fig. 94.

Wie man umbgekehrte Siphones oder heber in bestendigem gange unterhalten, auch das wasser damit höher als die ordinäre 30 schuh heben könne. gesezt obgedachter sipho *ef*, nachdem er voll, schliesse sich oben zu und öffne sich unten in *f*, so wird er verkehrt zum heber *fegh*. so wird soviel Wasser bei *h* hineingezogen (so etwas höher dann *f*) als bey *f* herausgelauffen, bis die höhe des hineingezogenen wassers über *h* dem noch übrigen über *f* gleich sey. gesetzt nun *gh* sey höher, als dass es dergestalt die Last anziehen könne, so kann man machen, dass mitten im ziehen eine kurze Zeit wasser ermangle unter *h*, so wird lufft gezogen und das Wasser, so einmahl zwischen *h* und *g*, steigt doch unterdessen immer höher, dann findet sich wieder Wasser, so gehet das ziehn des Wassers wieder an, und ist also Wasser und Lufft wechselsweise, doch das alles wasser zusammen zwischen *g* und *h* nicht soviel höhe betrage, als die höhe des Wassers ist zwischen *e* und *f*. nachdem das wasser kommen nach *g*, laufft es in die retraite oder weiterung *h*, nachdem alda voll, schliesset sich die Klappe in *g* und öfnet sich bey *h*, so kan das gezogene Wasser herauslauffen. Zu der Zeit ohngefehr schliesset sich noch der Sipho *egh* bey *e*, und öffnet sich *fe* bey *e* und schliesset sich *f*, das frisch wasser aus dem teiche komme und also die operation continuire, dieser modus ist valde curiosus.

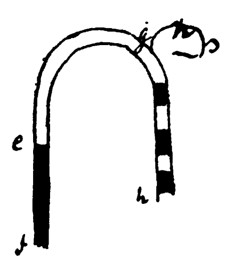


Fig. 95.

Das Wasser mit einem Heber auss einer grube zu bringen, wenn man am Berge einen orth hat, so tieffer als die grube, wäre dieses der beste modus, dass das andere ende *ab* in der grube, so etwas auffwärts gebeugt, unter wasser stehe und mit einem embolo Wasser hineingetrieben werde, da thut sich die Klappe *c* auff, hernach, wenn man den embolum aus *ab* wieder herausziehet, schliesset sich die Klappe *c*, damit das Wasser über *c* nicht wieder zurück könne. Dann treibt man mit dem embolo neu wasser hinein, bis der ganze Heber *cde* voll, alsdann können die grubenleute zu

arbeiten aufhöhren, und laufft alles Wasser, so in der grube, selbst hinauss. Solte nun gleich die grube nicht um 30 fuss, sondern ungleich höher seyn, so kan es durch meine invention der interruption ebenmässig angehen, wenn der sipho alternis bald lufft, bald wasser bekomt, also dass des Wassers zusammengerechnet Höhe nicht mehr betrage, als 30 schuh, und köndte man dergestalt ohne Stollen die tieffen Gruben soviel von wasser befreyen, als man mit Stollen bekommen kan.

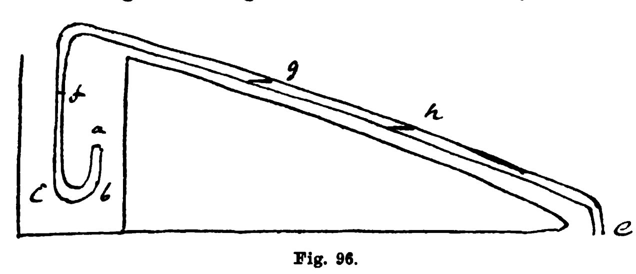


Fig. 96.

Und hat man das Wasser durch Künste, Pferde oder Menschen nur bis auf solche Höhe zu bringen, ferner köndte man durch dieses Mittel die kostbaren Durchschläge in den gruben offtmahls vermeiden und dennoch das Wasser abführen, als gesezt, es sey eine grube *ab* und noch eine tieffere *cd*, welcher letzteren der Stollen *de* das Wasser benimt, so kan man mit dem Siphone *fghl* nach jener das Wasser nehmen und hat keines Durchschlages *fl* von nöthen, zumahl man offt den Durchschlag versparen will, bis man von *b* abgesunken bis nach *d* in die tieffe des Stollens, es kan auch seyn, dass bereits oben ein Durchschlag oder oberer Stollen *gh* oder *ac* und also *a* und *c* nicht am tage, so ists eben soviel und kan man also, soweit die wechselung des wetters[1]) leidet, den Stollen entbehren. — Damit in einer Höhe, so 5 lachter oder 400 Zoll oder 33 lachter etwa übertrifft, Wasser und Lufft alternis vom Heber gezogen werden, kan man ein geschirr adhibiren, welches sich alsdann erst auslehret, wenn es voll ist und man in den sumpf schaltet, darinn der Heber ziehet, und kan man den Zufluss temperiren nach dem geschirr, so gross machen, als nöthig. Ferner wenn es in solcher Höhe angehen soll, so mus der Arm des Hebers *de* umb soviel enger seyn, als der Arm der röhre *de*, als jener länger ist, dann dieser. Denn sonsten trägt zu Zeiten die Höhe des Wassers in *de* nicht soviel aus, als die Höhe des Wassers in *dc* und würde alssdann der Zug interrumpiret. Diese proportion ist meistentheils thunlich, denn die röhren sich verhalten, wie die quadrate der diametrorum und also die länge desto eher zu compensiren. gesezt *cd* sey 50 lachter, und *de* sey 1250 lachter und also 25 mahl so lang als *cd*, so dürffte die röhre *cd* 5 mahl so weit seyn, als die röhre *de*, welches wohl thunlich, und damit die lufft sich in

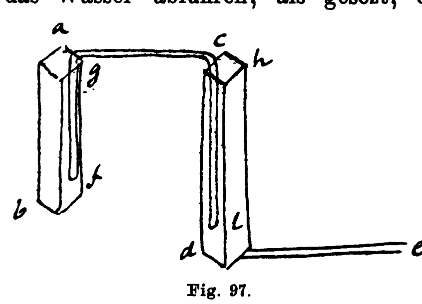


Fig. 97.

1) Wetterwechsel bergmännischer Ausdruck für Lufterneuerung.

eine etwas weitere röhre nicht zwischen dem Wasser und dem rohre insinuire, kan man sie in fache eintheilen, oder wohl etliche rohre an einander sezen, so sich alle in die röhre *de* endigen. Die engigkeit der röhre *de* kan auch das incommodiren möglichst verhüten, dass die lufft nicht über dem Wasser hin wische, wo die rohre mit buchsen in einander geschlossen sind und regards haben, so darinn [sich] fänden. Von einem regard zu dem andern und etwas an beyden enden, so in der röhre wohl hin und hehr gehet und was etwa darinn sich findet wegräumen kan.

Es ist vielleicht nicht rathsam, dass die interruptiones geschehen, denn sonst das Wasser wenig und wegen ermangelnden falles nicht wohl rutschet, auch die lufft sich dazwischen ehe insinuiret, derowegen kondte die sach also gestimmet sein, dass die 30 schuh wasser hoch auf einmal beysammen bleiben und gesezt *df*, *dg* und *eh* seyen, die seigere[1]) tieffe oder perpendiculari nach 30 fuss, dahero, wenn die vorherigen 30 fuss perpendicular Höhe Wasser in *eh* ankommen, so müssen alsdann die folgenden 30 fuss *df* auch in *dg* ankommen seyn. Damit wenn *eh* aufhöhre, alsdann *dg* wieder anfange zu ziehen, macht man die röhre *de* etwas enger als nach proportion nöthig, so ziehet diese Wasser desto besser. Damit die grube desto eher erledigt werde, kann [man] der röhren *cd* desto mehr neben einander sezen, so wird die röhre *ce* fast continuirlich voll seyn können, denn dass selbige voll, hindert nichts, wenn nur in der röhre *cd* nicht mehr als 30 schuh auff einmal voll.

Anmerkung. Derartige Vorschläge scheitern immer an der Unmöglichkeit, die Röhrenwände luftdicht zu machen.

76. [1 Blatt 4° weißen Papiers, sorgfältig geschrieben.]

Ihre Durchlaucht der Hr. Administrator von Würtemberg haben eine gewisse invention eines Hebers, so einer ihrer Unterthanen erfunden, aber heimlich gehalten, nach dessen Tode von denen Erben an sich gekaufft und halten dessen Construction annoch geheim, wie aus Hrn. Reiselii tractat unter dem titel: Sipho Würtenbergicus zu sehen. Nun scheinet dessen invention sehr ingeniös zu seyn, wiewohl es scheint, dass er mehr curiös, als nüzlich.

Nun ist bekanndt, dass die Alten vor gewiss gehalten, man köndte vermittelst eines Hebers dass Wasser über einen hohen berg bringen. Als gesezt, es sey ein teich oder quell *A* und man wolle dessen wasser gern haben nach *B*, es ist aber dazwischen der berg *C*, also dass man entweder einen stollen durch denselben treiben, oder das Wasser sehr weit herumb führen müsse, so haben die alten vermeint, wenn ein Heber *ADEB* angeleget würde, dessen dünnes *DEB* theil *EB* etwas tieffer, als *A*, so würde das Wasser, wenn der Heber einmahl an-

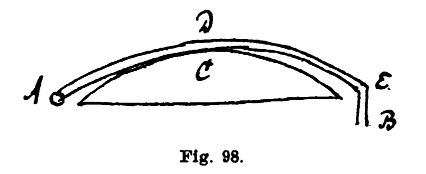


Fig. 98.

1) seiger bergmännischer Ausdruck für lotrecht.

gefüllet, continuirlich von *A* nach *B* lauffen. Es befindet sich aber, das alle saugenden Wasserkünste, darunter auch der Heber begriffen, sich über etliche dreissig Schuh nicht erstrecken, dessen ursache man wohl weiss. Wie dann der Obriste Reussner so deswegen mit dem Feldmarschall Wurz gewettet, solches in der Tat mit schaden befunden.

Weilen aber gleichwohl eine solche Operation des Hebers einen unsäglichen Nuzen haben würde, und zuweilen sonderlich bei Bergwerken ganze Tonnen goldes damit zu erspahren, als habe ich der sach nachgedacht, ob nicht ein Mittel auszufinden, dadurch der Heber zu seiner Vollkommenheit zu bringen. Als gesezt, man habe einen stollen *GF* in den berg hinein getrieben, dessen aussgang oder mundtloch sey *G*, so die Wasser der Grube *HF* abzapfet, wenn aber die Grube tieffer abgesunken bis *L*, so muss man die Wasser mit Künsten von *L* auff den stollen *F* heben, wozu es aber oft an gelegenheit oder Kosten mangelt und muss deswegen manche Hoffliche Zeche verlassen werden, weilen einen zweiten von *M* hinaus zu treiben bis nach *L*, zu Zeiten ganze Tonnen Goldes und eine Zeit von vielen Jahren erfordert. Köndte man nun einen wohlgeschlossenen Heber *OPQR* anlegen, so das Wasser aussen tiefsten *L* auff den bereits getriebenen Stollen *FG* brächte und in selbigem fort zum mundloch *G* heraus, bey *Q* dann ferner in *QR* herab bis nach *R* unter *M* führete, also dass es allezeit von *O* bis *R* in einer continuirlichen verschlossenen röhre bliebe, so hätte man nicht nöthig, einen neuen Stollen mit überaus grossen Kosten durchs feste gestein zu treiben. Wie dann es sich begiebt, dass der Stollen *ML* mit der Zeit nicht zureichet, sondern wenn die grube noch tieffer und bis *N* abgesunken, alsdann noch ein tiefferer Stollen angefangen werden muss. Dahingegen auff diese weise nur beyderseits den Heber zu vertieffen nöthig. Die Länge des Hebers (solte er sich auch über eine Meil Weges erstrecken) kan nicht schaden, dieweilen ja hölzerne röhren (denn anders braucht man sie nicht) wenig kosten und endtlich auch wohl verschlossen werden können, wenn man sie mit eisernen buchsen an einander schliesset und gebührenden fleiss anwendet, allein das eintzige Hinderniss ist, dass mit dem Heber das Wasser über 5 lachter hoch nicht zu bringen, da doch wohl 50 und mehr lachter erfordert würden.

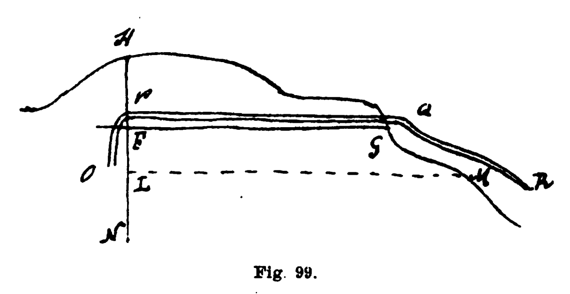


Fig. 99.

Alss ich nun dem Ursprung dieses Hinderniss nachgesonnen, so habe befunden, dass das Wasser, so vom Heber gehoben oder gesauget oder, wenn man eigentlich davon reden will, von der Luft gedrückt und in die Höhe getrieben wäre, deswegen höher, als etwa 5 lachter nicht zu bringen, weil nach der gemeinen Weise der gantze Heber *OPQ* von Wasser angefüllt wird, und daher muss das Wasser *OP* von der Lufft getragen werden, da doch die Lufft, wie bekannt, über 5 lachter Wassers nicht tragen kan. Als

ich nun ferner der Ursach nachgedacht, so habe gesehen, dass solches nicht nöthig, dafern man machet, dass der Heber nicht voll Wasser angefüllet werde, sondern nur jedesmal per intervallum in der Röhre *OP* Wasser sich finde, nehmlich *OS*. Denn gesezt, man giesse bey *c* durch eine Oeffnung hinein das Wasser *QT*, so mehr als 5 lachter und schliesse dann wohl wieder zu, so wird es aus dem sumpfe oder receptaculo unter *O* etwas heben bis nacher *S*, dieweilen sonsten die lufft zwischen *S* und *Q* dünner wird, dahehr [in] die Röhre Lufft hinein will und, weil sie *QT* als schwehrer dann 5 lachter Wasser nicht heben kan, so hebt sie *OS*, dessen Höhe also zu erforschen: gesezt *QT* sey so weit herabgestiegen, dass die lufft *OPS* vier Drittheil des vorigen spatii einnehme, so thut ihr eine gespante Feder, so $^3/_4$ dessen, so sie zuvor vermocht. Weil nun solche ihr gegenwärtige Krafft mitsamt dem Wasser *OS* soviel vermögen soll, als die Lufft zuvor vermochte oder als die äussere Lufft, so als bekannt, nehmlich 4 lachter, so würde *OS* austragen $^3/_4$ lachter; ie mehr aber hinab steiget, ie mehr wird *S* steigen, bis es endlich fast auff 5 lachter kommen wird, dafern sich wasser genug im receptaculo findet. Wenn aber allezeit Wasser im receptaculo, wird endtlich das Wasser *OS* stehen bleiben und höher nicht wollen, wenn aber das receptaculum alterne ledig und voll, wird *OS* steigen noch *VW*, danach ferner biss *xy*, da es dann selbst weiter laufft und wegen *YR* enger als *OP* weiter sauget, es muss aber das receptaculum unter *O* nicht eher wieder Wasser bekommen, biss dass Wasser *VS* in *XY* angelanget, solches kann auch durch den Heber geschehen, wenn das geschirr 1., giesst nicht aus bis es voll, als es 2 alsdann fliesset, so lange und . . .

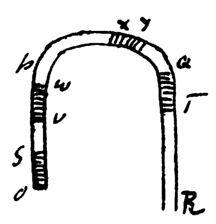


Fig. 100.

Anmerkung. Hier bricht das Manuskript ab. Die im Eingang erwähnte Arbeit des württembergischen Hofrates Salomon Reisel (1625 bis 1702) war 1684 erschienen, die Zeit der Abfassung der obigen Schrift wird also in die Mitte der achtziger Jahre des 17. Jahrhunderts zu setzen sein, in welche Zeit, wie wir sahen, Leibnizens Versuche, dem Harzer Bergbau aufzuhelfen, fallen. Reisel hatte verschiedene Aufgaben gestellt, die die Anwendung des Hebers betrafen, von denen eine verlangte, das Wasser aus dem oberen Teile des gefüllten Hebers abzuziehen. Die Lösung dieser Aufgabe lieferte Papin[1]), doch scheinen damals wenigstens seine Arbeiten, die zum Entwurfe der Zentrifugalpumpe dienten, Leibnizen noch nicht bekannt gewesen zu sein. Auch hier interessiert Leibnizen hauptsächlich die Aufgabe und ihre Lösung vom physikalischen Standpunkte aus. Die experimentelle Prüfung seiner Ideen hat er nicht unternommen.

77. [Auf einem Blatt 8° findet sich die folgende Stelle.]

Bekandt ist, der sipho bicranius, der Heber nicht über etliche 30 schuch operiren. es köndte aber zu wege gebracht werden, dass er auff viel 100 schuch laborieren müsse, nehmlich also; der heber *ABCDE*, dessen

1) Gerland, Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin. Berlin 1881. S. 24 und 52.

Höhe *AC* so hoch, als man will, nacher *A*, *BC* ist wasser, dessen perpendicular Höhe von *B* nach *C* 30 schuch, etwa also auch *DE*, doch ist *DE* noch etwas niedriger, und indem nun *BC* heruntersteigt, folgt *ED* und steigt hinauff, und wann *CD* herunter nach *A*, so komt *ED* an seine stelle *CB*, alsdann wird ein loch geöfnet bey *D*, dass neues Wasser wieder in *DE* lauffe und abermals von im *CD* befindlichen angezogen werde. Bey *E* ist eine Klappe, so einwärts in den tubum gehet, aber nicht auswärts, also dass das Wasser aus *E* nicht auss lauffen, aber wohl die lufft hernieder steigen kann. die Höhe *CB* und *DE* sind determinatae durch *BA*, item *DC* sind indefinitae, nur muss *AC* länger als *EC*.

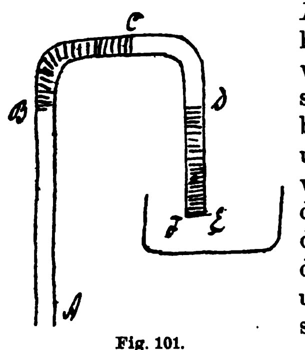


Fig. 101.

Anmerkung. Vgl. Nr. 76.

78. [Kleines Blatt von Leibnizens Hand, gut geschrieben.]

Duo primaria in Machinis nocentia, frictio seu attritio et amissio impetus materiae impressi. qui ut proficiat semper ad progressum motus, res quâ licet ordinanda est. Prior machinarum defectus aliis consideratus posterior, non item. ita videndum, si faciamus antlias ubique aequè massas ut alias in mortario, an non ita nimium aquae in motum inutilem cogatur. wäre mit einem wort, qui deinde non proficit.

Anmerkung. Dies Bedenken ist neuerdings von großer Bedeutung geworden, als die Anwendung der Dynamomaschine rasch laufende Pumpen erforderte, und hat zu Pumpenkonstruktionen Veranlassung gegeben, bei denen sich das Wasser nur in einer Richtung bewegt.

79. [Kleiner Zettel von Leibnizens Hand. Notiz über eine Spritze, die Franchini gemacht, mit Schläuchen, jedenfalls nach dem Muster der Amsterdamer. Dann heißt es weiter:]

Das ein rundter Mörser ohne Liederung wohl schliesse, wenn man in einig Ranfft oder Kerbe einen breiten messingen Draht, so federgurt leget und solchen continuirlich also anschleiffet an dem messingen Mörser oder stiefel, dass er endtlich anpasset an den Kolben, wie ein Hahn bey den rothgiessern.

Anmerkung. Es ist bekannt, daß Leibniz sich sehr um die Einführung der von Hans Hautsch um 1654 angegebenen Feuerspritze mit dem Windkessel bemüht hat.[1]) Die Schläuche wandten zuerst die beiden Brandmeister von Amsterdam Jan van der Heide und Jan van der Heide de jonge an.[2]) Die Zeichnung eines von Gengenbach in Zeitz hergestellter Kolben mit fast moderner Liderung befindet sich unter den von Leibniz hinterlassenen Papieren.[3])

1) O. Klopp, Die Werke von Leibniz I. Reihe, 10. Bd. Hannover 1877. S. 457.
2) S. Gerland, Glasers Annalen für Gewerbe- und Bauwesen 1883. Bd. XII. Heft I. No. 133.
3) Gerland und Traumüller, Geschichte der physikalischen Experimentierkunst. Leipzig 1899. S. 213.

80. [Kleines Blatt, schlecht geschrieben.]

Januar 1685.

ich finde, dass zu pompen dieser modus der beste, dass man eine kleine wulst von Leder oder gedärmen mache und in dieselbe die lufft hinaus presse, dass wohl 3mahl so viel darinn als zuvor, alsdann in das Wasser, so kan es die last des Wassers nicht weiter drücken, wenn es über 2 à 3 säze nicht hoch. Es ist zugleich ganz homogenâ steiff und legt sich allzeit selbst an, wenn gleich ein steingen etc. dazwischen käme. Damit sich aber der wulst nicht abschleiffe, sondern beständig bleibe, so lege ich einen riemen etc. da herumb, der schleiffet sich allmählig abe und wird verändert salvo primordiali. Mit einem so aufblasendem Wulst, darinnen wasser oder lufft, will nicht wohl angehen, die lufft wird zusamen zu sehr gepresset vom wasser, wenn sie nicht höher gepresset. überdiess es sey wasser oder lufft an der Wulst, so wird ebensowohl solche wulst von oben als von der seite zusamen gepresset und also schlipfet das Wasser leicht zwischen durch. Küssen mit eisernem Drat nach Hrn. Weigelii meinung solte nicht besser seyn, wenn der Drat frei und soweit im Küssen abgeteilt, dass er auf alle seiten wohl widerstehe einem particulo quovis, ein gemachtes stäubgen sich herstelle.

81. [Abgerissenes Blatt von Leibnizens Hand, zum Teil sehr unleserlich geschrieben.]

Wenn die pompen oder säze stille stehen, müssen sie wieder angefrischet werden aus folgender Ursach: Nehmlich das in der Gosse stehende Wasser verlieret sich, alsdann schliesset die liederung nicht sowohl in freyer Luft, als im Wasser und also kan die pompe nicht saugen.

Derowegen mus *eB* so wohl verwahrt werden, nehmlich das thürlein *e* sowohl als die commissura der röhre *eF* mit *AB*, dass nichts sich verlieren könne, welches meines Ermessens wohl zu wege zu bringen.

Die Liederung erfordert nicht alleine grosse Kosten, sondern wegen der starken friction, so sind die pompen schwehr zu ziehen. Es muss auch deswegen die Gosse von eisen seyn.

Der beste Weg alle friction abzuschneiden, auch die angelegenheit des anfrischens und zurückfallenden und sich verlierenden Wasser zu heben, ist dieser.

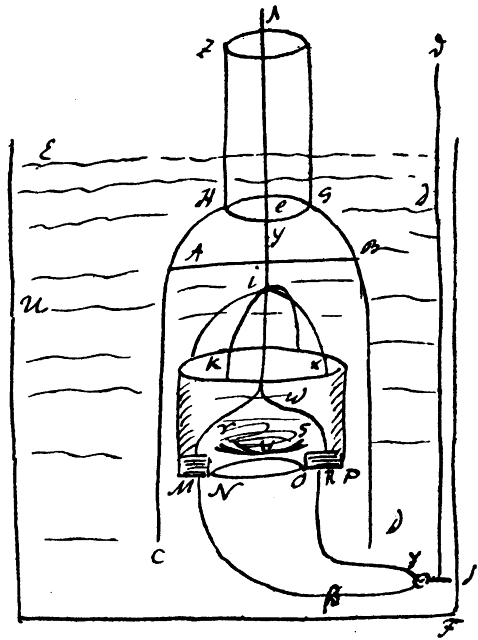


Fig. 102.

ABCD Gosse. *EF* Trog, darin die Gosse stehet. *GH* röhre, so aus der Gosse gehet. *KP* Kolben oder Schöpfer. *STV* Ventil oder Klappe, konte wohl

um mehreres schliessens willen doppelt seyn, nehmlich noch das gleiche, wie in *NO*, *KMRX* ist hohl und hebet das Wasser, welches zwischen *KM* und *AC* und zwischen *KXP* und *BD* wegen der enge nicht zurück kann, sondern nothwendig danach die röhre *GHZ* hinaus mus. Solcher Kolben nun kann gehoben werden entweder durch die stange $\lambda y i w$, so durch die röhre *GHZ* gehet, oder aber von unten durch $M\beta\gamma\delta\vartheta$. Wird er von oben gehoben, so sind zwey inconvenientien, erstlich dass die stange plaz in der röhre wegnimmt und also die röhre überflüssig weit seyn muss, auch die stange darin anstossen und also unnöthige friction machen kan, vors andere, dass die ganze last des wassers so in der röhre *GHZ* eben also auff den Klappen und Ventiln wegen würde, als ob die gosse in gleicher weite hinauff gienge. Alleine wenn der Kolben von ....[1]) kann man in *GH* ein Ventil legen. Wenn nun der Kolben ....[2]) das Ventil *GH*....[3]) wenn er aber hinauffgehet, geschichts contrarium und die pressung ....[4]) aber seyn, wenn *MP* oder *Kx* weit ist. Wann γ feste an der gosse *ABDC*, so kan man die ganze Machina in einen Teich bringen, so tieff man will, und nicht wie sonst dieselbe umb des anlegens oder reparirens willen ablassen. Was den hub von unten hinauff betrifft, ist $\vartheta\delta$ die stange, $\gamma\delta$ der arm, γ das centrum, βNo ziehet den Kolben. Es kan alles so gemacht seyn, dass der Kolben im auff- und abgehen gar nicht anrühre, wenn er nehmlich sowohl als die hölzerne Gosse danach geschnitten und formiret, wie es die Bewegung in ....[5]) licenti mit sich bringet. Man kan die weite und Höhe recht proportioniren. obgleich der Kolben hoch, mus doch der Hub etwas klein seyn, so weit nöthig. ie enger der plaz zwischen gosse und Kolben und ie höher der Kolben, ie besser. Vis claudendi est in composita ratione ex his duabus. Nam si resistentiam et laxitatem auges, auges et frictionem et pondus immissum.

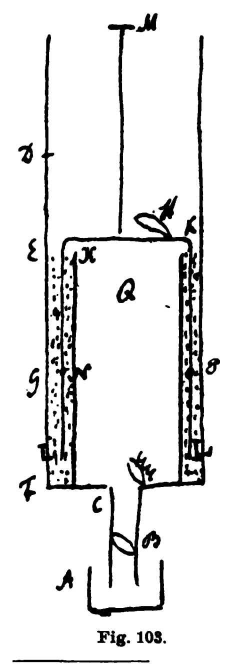


Fig. 103.

82. [Kleiner Zettel, schlecht geschrieben.]

Pumpe, so unten sauget und oben presset, auff der freyberger arth, doch mit 8[6]) nach meiner invention, also ohne Friction.

A sumpf, daraus man sauget.

B circuläre Klappe, wiewohl solche eben nicht nöthig.

AC so lang, als man will, doch dass *AD* nicht höher, denn etwa 30 schuh.

ED oder *FG* der hub, wenn nun der Kolben *KKLL* in die Höhe gezogen wird (mit der Zugstange *MK*) bis nach *D*, bleibt der Mercurius, so punktirt, schweben in der Höhe *NP*, welche dem Gewichte des Wassers praevalirt. Kan also weder luft noch wasser in die Höhle *Q* hinein, sondern, indem *KK* aufsteiget,

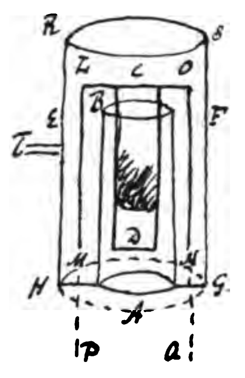
1) Abgerissen, wohl: unten gestossen wird.
2) Ebenso, wohl: herabgeht, wird. 3) Ebenso, wohl: geschlossen.
4) Ebenso, wohl: wird grösser. 5) Ebenso, vielleicht: Statu.
6) So lese ich dieses Zeichen. Es ist wohl Liderung gemeint.

gehet das Charnier *B* auff, das Charnier aber *H* zu, und *Q* wird nach etlichen Zügen mit Wasser angefüllet, ja alles biss oben herauff nacher *M*. Wenn nun *K* wieder nieder gehet, schliesset sich das Charnier *B* zu, das Charnier *H* auff, und geschieht nichts. Sobald aber *K* wieder hinauff gehet, weil nun alles voll wasser biss auff *M*, mus Wasser oben hinaus. hingegen wird anders hinein gesauget, weilen das Quecksilber *NP* nicht leidet, dass es in die Höhle hinein dringe.

Anmerkung. Es ist mir nicht bekannt, ob dieser gewiß beachtenswerte Vorschlag jemals ausgeführt ist.

83. [1 Blatt 4° auf beiden Seiten schlecht beschrieben.]

Novum antliae genus, quae sine frictione est, ac neque Mercurio, neque altitudine aquae indiget, quae altitudini atmosphärae respondeat. Sit antliae corpus *AB*, embolus *CD*, sit antlia tota circumdata cavitate rotunda quantulacunque eiusdem cum ipsa altitudine *EFGH*, cuius basis clausa, supra autem aperta est, haec cavitas inter duplicem antliae murum intercepta. Eodem modo Emboli corpus sit duplex, interior nucleus *CD*, in corpus intret antliae *CD*, exterior verò cortex *LMNO* nucleum ambiens (cavitate tamen relicta) et cum eo in summo *LCO* connexus intrabit in antliae cavitatem intra *BA* et *EHGF*. Nota autem opus esse, ut sit *EH* vel *FG* paulo altior, quam *BA*. His ita praeparatis, si manibus attollatur *LCO*, aqua in antliam sequetur, quia aër intrare non potest, deberet enim transire per aquam in cavitate *EBHA* interceptam, ac attollere aquam, cuius altitudo *EH*, libentius autem attollet aquam, cuius minor est altitudo. Sed quoniam


Fig. 104.

assurgente embolo compellenda tantum est altitudo *ME*, quae verò continuè minuitur. ideò alio quoque est remedio, nempe omittatur omnino cortex antliae *EHGF*, relicto solum cortice emboli *LMNO*. Contra sit cortex emboli longior ipso embolo, vel antlia, ita ut excessus *MP* sit tantae altitudinis vel paulo majoris, quanta est altitudo, ad quam aquam elevare volumus; ita utcunque attollis embolum semper difficilius erit aëri, attollere aquam interceptam inter corticem emboli et antliam, utque intrare in antliam, quam attollere aquam in antliam. Et ut aqua in antliam sublata inde expelli possit, opus est duobus ventilibus, quae vocant Galli soupapes, unum in *A*, quod aperitur aqua in antliam per *A* intrante, clauditur exeunte, alterum in *C* clauditur aëre in antliam per *C* intrante, aperitur aqua in antlia inclusa expulsa atque exeunte. Una tantum est difficultas, quod hoc modo necesse est, aquam paulo plus habere profunditatis, quam est altitudo ad quam eam per antliam elevare possumus; quod si velimus evitare, opus est, redire ad priorem formam corticis antliae infra clausi, sed duplo altioris, quam est altitudo, in quam volumus elevare aquam in antlia, nempe *HER* vel *GFS*. ita enim cavitate aqua repleta, semper aqua attolli nequebit; quae in cavitate est, et altera, quae est in ipsa

antlia, potius attolletur. Sed ut aqua in antliam suctu ingesta ex ea expellatur, retinebitur quidem ventilabrum in A, sed non opus erit ventilabro in C; nam quia clauditur infra, hinc aqua expelletur ex antlia transibitque in cavitatem antliae per aperturam B, atque ita assurget et exibit per R vel per T, si per T exire facimus. opus erit epistomio in T, quod tunc aperiemus. Si verò volumus exire per R, tunc huc commode inde habebimus, quod faciemus aquam altissime exurgere, quantum libet brevi antlia. sed iam praevideo difficultatem, cur fieri nequeat, ut HR sit altior, quam AB, quia effluet aqua ex R in antliam. nec proinde opus erit, ut alia aqua embolum in antliam sequatur. itaque redeo ad priorem formam, sublato scilicet cortice antliae, ne lento solo cortice emboli opus est, vel duplo; longiorem esse emboli corticem, quam antliae. vel inferiora corticis emboli esse plicatilia instar follis, ut sublato embolo ipso descendant. Atque ita semper claudant, quod tamen, ut fieri possit, mole consumtum follem esse necesse est.

iam tandem video, rem non procedere sola aqua, nisi sit altitudo antliae major quam 30 pedum, tametsi aquam nolimus ad tantam altitudinem elevare; satis est, quia obclausum est supra spatium aëre plenum inter emboli cavum superius et antliam interceptum, quod fit maius elevato embolo, necessariè ergo attolletur aqua in antliae cavitate posita, quia cur externa potius per antliam, quàm ipso eo attollatur, ratio multa est. ipsa autem eo assurgente influet in antliam, et aquae externae ingressus cessabit aut certe non nisi exiguus erit. sed forte remedium hoc erit, si supra cavitas illa sit aperta, tota autem emboli et antliae cavitas sumatur. omnino $EHGFBMNCM$ aqua plena, apertum autem foramen inter L et C vel inter O et C. quum hoc quoque fieri non potest, tum enim antlia elevata aqua superior in eam influet, non externa ingredietur. Concludo ergo, nisi vel magna sit altitudo aquae in cavitate antliae, scilicet ultra 30 pedum, vel nisi adhibeatur Mercurius ultra 30 pollicum circiter, non posse rem succedere caelerius, etsi Mercurius vel debitae etiam altitudinis aqua adsit. Supererit tamen difficultas, quomodo aqua ex antlia expelli possit in usum. Sed videtur, id fieri posse ope ventilabri: nimirum duo erant in ipsius antliae corpore ventilabra, unum per quod aqua externa intrat in antliam, alterum per quod aqua in antlia transire potest in antliae cavitatem. Prius ventilabrum claudetur, posterius aperietur embolo descendente atque expellente aquam. Aqua autem antliae cum externa mixta, etiam ex corpore corticis antliae externae effluet, si scilicet altior eius aqua hoc modo fiat, quam sine effluxu esse possit.

Sed hoc tantum pro casu, quo aqua sola adhibitur. sed adhibito Mercurio ob exiguam eius altitudinem potest et quia hoc modo necesse non est, antliam esse totam duplicatam, exibit aqua per valvulam seu ventilabrum in corpore antliae, infra duplicatae. per caeterum hoc obstat adhuc methodo per Mercurium, quod non potest attolli antlia aqua in antlia ad majorem altitudinem, quam quae Mercurii est. Hactenus hoc tamen egregium ita eveniet, ut aqua attollitur altius, quam est antlia, id est in ipsum spatium vacuum superius inter embolum et antliam; atque ita poterit esse ventilabrum emittens supra intra L et C. modo altitudo non sit major, quàm ad aquam attolli aqua per antlia potest.

84. [1 Blatt 4°. Sehr schlecht geschrieben.]

Wenn man pumpet, und der stiefel ist weiter, als die rohre, zum exempel nur das vierdte theil am gehalt, so muss das wasser 4 mahl so geschwind durch, als wenn es überall gleich weit, als im stiefel. So also das zuvor gewesene Wasser W, geschwindigkeit g, Kraft Wgg, so ist izo Wasser W, geschwindigkeit $4g$ und Krafft $W.16.gg$, welche dazu employirende Krafft doch nicht zu nuzen komt, denn das wasser erlangt mehr Krafft, als es nöthig, also dass es nicht nur aufsteigen, sondern auch sprüzen könne. Es steigt aber deswegen nicht höher auff, sondern wenn der stiefel weiter, so lasset er es nicht steigen, denn das hinterste, denn das hinterste dem fordersten nicht kan vorgehen.

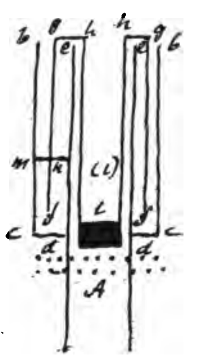


Fig. 105.

Mit wasser ohne friction zu pompen ausser saugen anstatt quecksilbers. A wasser, pumpenstock oder pompe $bcde$. Kolben oder embolus $fghl$. Gesezt nun in der pompe $bcde$ sey mfn wasser und man ziehe l nach (l), so muss das wasser folgen; oder die lufft muss zwischen b und g hinein, und umb f herum nacher e, und von e hinab zwischen d und e hinein gehen, welches weil es ein grosser Weg, so ist zu vermuthen, es werde ehe das wasser folgen, als dass die lufft sich so plözlich bewegen könne, dass sie wohl 20 mahl so geschwind gehe, als dass wasser. Sonderlich glaub ich, wenn sie solte etwa 30 mahl geschwinder gehn, so würde es eben die proportion seyn, die das wasser hat gegen die lufft, nehmlich 900 mahl geschwinder; weil el wasser ist, so würde das ansaugen geschwind hinab wollen, aber nicht wegen der geschwindigkeit hinderniss finden. Wenn man aber das wasser weit unter a herauffsaugen will, bis nacher (l), also die pumpe unter a, der pumpenstock $bcde$, welcher sehr hoch etwa etliche 30 schuh. Damit wenngleich die höhe $l\,(l)$ davon abgezogen, so etwa 4 schuh, das wasser ef doch der atmosphaerae die Wage halte und sich nicht herein treiben lasse, weilen aber das wasser aus l keinen Ausfluss hat, kan entweder eine andere pumpe dahinein gehen, oder bey der lezten pompe, die ausgiessen soll, kan es entweder eine gemeine kleine pompe o. ordinaire oder ein siphon recurrens nehmen.

Sonst wenn nicht sowohl die ganze gegenwage der atmosphärae als die geschwindigkeit der lufft oder des wassers angesehen wird, so scheint die sache noch leichter zu erreichen. ponatur labyrinthus seu instructionis aquam impelli, multo difficilius adhuc erit motum necessariae celeritatis ei imprimi, et facilius aqua attolletur. der Kolbe $edbc$ greift mit der Kammer de in die Kammer fg. Nun $bccb$ ist voll wasser, gehet in die Höhe von c nach b, sauget damit wasser herauff auss A,

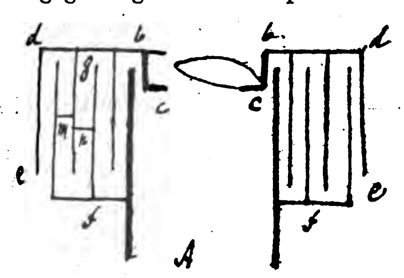


Fig. 106.

welches folgen muss, weil keine lufft zwischen die Kammern hinein kan, dann wieder herabgestossen c von b nach c, es öffnet sich das thürlein cc und wird

das wasser, so in $bccb$, herausgestossen und laufft über. Nun wird es zwar zwischen die Kammern hineindringen und also endlich gar überlauffen. Darauss folgt dann, dass c, nicht aber die stehende Kammer gehoben werden müsse, und also noch nicht könne ausgiessen, sondern eine pompe in der andern stehen müsse. Zulezt kan es ein gar kurze ordinair pumpe oben tun. Muss auch wohl die Kammer mit wasser füllen, damit die blosse bewegung erruptionem doch hindere, da noch etwas quecksilber dabey, da dann nicht nur die bewegungen, sondern auch die last.[1]) Es wäre zu überlegen, quia angustia et celeritas sit necessaria zu balance.

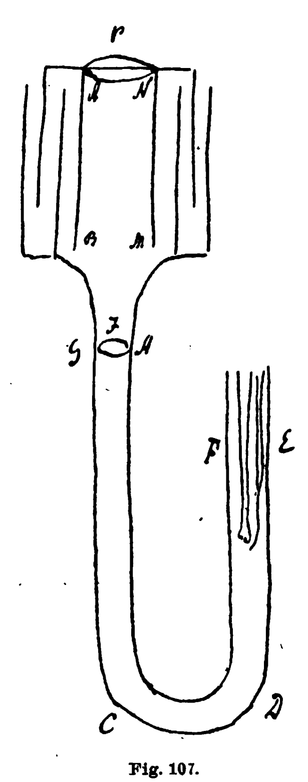


Fig. 107.

85. [1 Blatt 8°.]

AN sit a

GH sit b

$$\frac{ANP}{GHJ} \text{ erit } \sqcap \frac{a^2}{b^2}$$

Aëris resistentia ad motum esse ad aquae resistentiam ad motum, ut 1 ad 1000.

error.

Drey röhren in der grösseren röhre als tres circuli in unum inscripti aequales, damit, wenn die röhre zu weit die Lufft nicht zwischen durch wische.

$$ap^2 = \alpha q^2$$

sit $\alpha = 1000\,a$

fiet

1000 vel $900 = q^2 : p^2$

seu $30 = q : p$.

Ergo circiter tricecuplice celeritate, quam habet aqua, aër tantundem habet virium, quantum aqua.

86. [Blatt lang 8°. Auf beiden Seiten mit sehr kleiner und ziemlich schlechter Schrift beschrieben.]

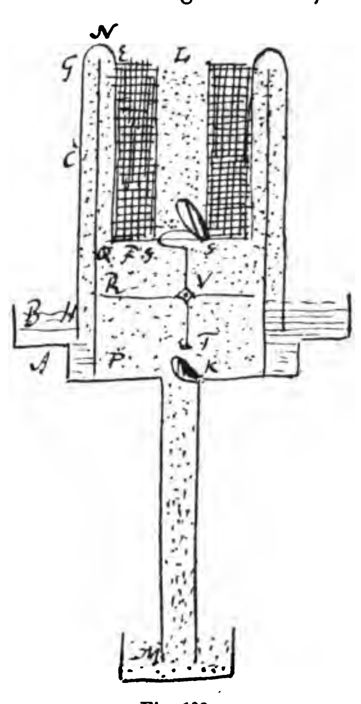
Antlia sine omni frictione et appressione corticea per solam aquam.

Antlia est semisuctoria LM, aquam hauriens ex receptaculo M. Mortarium NP occupat circiter dimidium et paulo amplius. Ut eo Embolus LS per altitudinem QR moveatur sursum et deorsum et ne vacet et lateribus illidatur, ferreo Stylo ST intra annulum V suis trochleis [ad] motum faciliorem utilibus munitum manente, coercetur Mobile seu Embolus $HGEF$ reliqua immota.

---

1) Fehlt, wohl: grösser würden.

Cum primum ascendit embolus ex *R* in *Q*, aperit assarium *K* et aërem ex tubo *KM* et ex vacuifacto *N* admittit in locum *QR* eademque opera pondere aëris externi aqua ex *AB* nonnihil assurgit in *HN*, et ex *M* in *MK*. descendente embolo clauditur assarium *K*, aqua in *MK* iterum delabi non potest. Sed aër inclusus in *RQ* descendente rursus embolo et aperto assario *S* expellendus, rursus aquae ex *HN* descendendi libertatem dabit. Sed secundo emboli ascensu non prius ascendet aqua altius in *MK*, quod aqua tum alte ascenderit. Tertia vice similiter aqua altius ascendet in *MK* et ita porro, donec repleatur antlia usque ad *Q*. oportet tamen *HN* esse altiorem, quam *MQ*. porro cum *QP* semel aqua repleta est, tunc aqua delibente ex *HN* aqua ascendit in *QN*. Sed ea rursus descendit ascendente aqua in *HN*, cum embolus iterum sugit. Unde manebit semper haec reciprocatio descensus et ascensus, quae et ipsa non caret frictione, et hoc habet incommodi, quod non ante incipit suctus antliae, quam ascendit aqua in *HN*. Si tamen celer sit motus et *HN* valde angusta, ut et *QN*, prius fient suctus et expulsiones, quam illi ascensus descensusque. Vulvulas aut simile quiddam, quae intervenire possint, non video. si altitudo *MK* valde sit exigua, manet eadem difficultas. Res igitur procedit, sed habet incommoda.


Fig. 108.

Res[1]) indiget compluribus auxiliis. Assarium *S* debet facile aperiri, ne, si resistat aqua *HN*, transpellatur in *HN* et effluat in *B*. *QF* non erit massa, sed potius cavitas, *LS* ampla, ut aqua libenter inter descendendum se insinuet: *QN* supra versus *N* arctum, soviel der Hub infra necesse non est. Altitudo *LS*, quanta maxima *KM*, quanta minima sit ita, ut suctionis altitudo non multum excedat den Hub. sic enim aquae ascensus et descensus in *HN* exiguus, quanta pili suctio *HN* infra soviel den Hub, quantum licet arcta et parum aquae ascendat et descendat; et subito difficultas, ut inter sugendum aqua *CGNQ* velabatur, rursus in *QR* et nihil sugatur per *MK*, quod machinae usum fere destrueret. Sed puto non plus de *QN* in *GC* defluere, quam motu aequali assurgeret in *HN*, quod ubi altius assurrexit, quam aqua in *MR* suspensa est. aër ambiens potius aquam *MR*, quam in *HN* altius attollit et fit suctio. res tamen experimentum mereretur, quanquam dubitare de effectu non possim. haec difficultas, quod aër in *ERH* non sufficienter rarefieri potest, ob deficiens

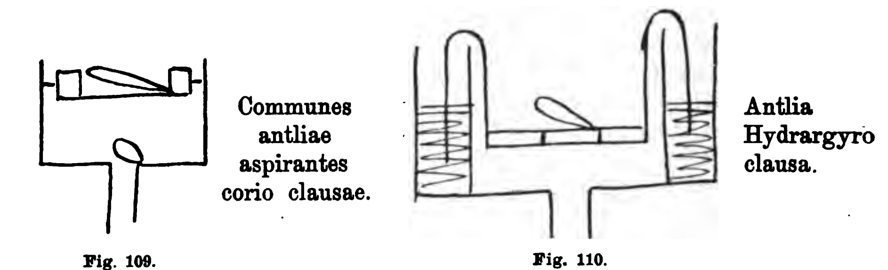
1) Mit dem Bisherigen ist die eine Seite des Blattes beschrieben. Das Folgende ist oben rechts neben die Figur gesetzt.

spatium in EK. ultima[1]) difficultas, quod aqua effluat ex LGC allito margine exhibitur. An Sipho extra machinam firmam, cuique inferior aqua est, assumente ad ipsam embolo. Cur eius cavitate sipho tingitur, non pendeat et ita provalet alteritus tractium et incipit fluxus. quod sipho initio aqua replendus. sipho habeat unum orificium suctus plana emissentia [?].

Necesse[2]) est, ut GM extollatur super M aliudque enim inter descendendum aperto assario S, nam aqua in SL et QN collocat in aequilibrio, aqua ex QN ibit in NH. Sed tamen et hoc evitari non posset, nisi facerem, ut aqua juste altior effluit ex L, antequam item descendere incipit, ita ut aqua initio descensus non fit supra N. ex initio igitur descensus . . . .[3]) debet esse intervalli inter G et M. soviel der Hub.

(Es folgt eine unleserliche Stelle.)

Auf der anderen Seite des Blattes:



Communes antliae aspirantes corio clausae.

Antlia Hydrargyro clausa.

Fig. 109. Fig. 110.

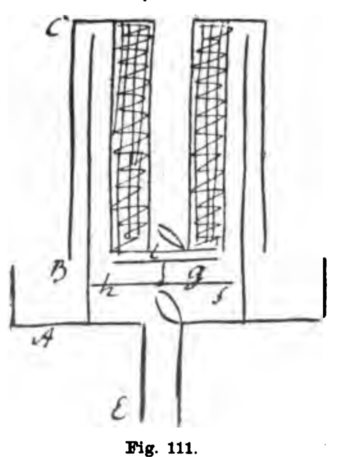


Fig. 111.

idem cum aqua procedit, sit enim AB der Hub et BC residua altitudo major, quam EB altitudo attractionis: Est tamen dubium novum in eo, quod aqua suspensa in BC simul videtur deorsum trahi ab aqua interiore, quia revera nulla est tractio

(Folgen einige unleserliche Worte.)

Itaque pulcherrimum hoc est inventum cuius ope ab antliis aspirantibus omnis frictio seu corii appressio Liederung removetur.

fh transversus baculus si placet ferreus, in cuius medio annulus rotundus vel potius quadratus vel polygonus g trochleis suis munitus, quibus includitur baculus lg intra annulum incedens.

1) Das nunmehr Folgende ist links neben die Figur geschrieben.

2) Das Folgende ist in senkrechter Richtung zu dem vorigen geschrieben.

3) Unleserlich, wohl satis.

87. [Kleines Blättchen.]

De embolis.

Constat, quantitates aquae, quae per antlias habentur, ex emboli magnitudine et motu pendere. Sed pro magnitudine emboli augetur et frictio; licet verum sit, quantitatem aquae triplicata frictione non triplam esse et proinde praestare embolos magnos. Cogitavi an magnitudine emboli manente frictio der Liederung fieri posset minor, eamque in rem talem machinationem consideravi, ubi embolus est *ab*, sed frictio tantum est *cd* Sed re accuratè considerata hoc deprehendi per elegans, non plus praestari, quam si embolus etiam esset tantum ut *cd*. quod mereretur demonstratione distincta exponi.

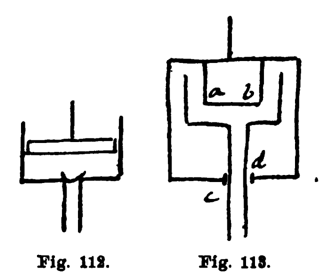


Fig. 112. Fig. 113.

88. [Kleines Blättchen.]

abc ☿

puncta ☿ strich ▽[1])

si in medio ponas tantum dimidia ☿, altitudine est ▽ opus.

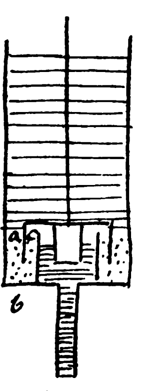


Fig. 114.

Anmerkung. Mit der Verbesserung der Pumpen hat sich Leibniz sehr viel und eingehend beschäftigt. Auch in den Briefen an Papin geht er mehrmals darauf ein, so im Postskriptum des Briefes vom 29. Juli 1698, in dem er seinem Casseler Korrespondenten den in Nr. 84 skizzierten Entwurf vorlegt, sodann in einem nicht datierten Briefe, der in den April 1704 zu setzen ist, wo er die in Nr. 83 dargestellte Idee berührt. In dem Schreiben, mit dem Papin die erstere Mitteilung Leibnizens am $\frac{28}{18}$ August 1698 beantwortet, kritisiert er des letzteren Entwurf nicht günstig. Er schreibt: Pour ce qui est de la pompe par le moien du vif argent, Ie ne crois pas qu'elle se mette jamais en pratique tant à cause de l'embarras d'avoir trois tuyaux les uns dans les autres et que devront étre fort longs si on veut faire des pressions un peu considerables: qu'à cause aussi qu'il faudra tousjours donner un mouvemt reciproque à un de ces tuyaux et à une grande quantité de vif argent: ce qui, à ce que Ie crois, feroit bien autant de resistence que le frottement des pompes ordinaires: et sur ce que vous dites, Monsieur, qu'on pourroit emploier cette force à aider le mouvement du piston: Ie crains fort que les pieces qu'il faudroit pour cela avec l'embarras ne paiassent trop cher les avantages qu'on en tireroit. vû, sourtout, qu'il est facile de faire des pompes assez bonnes pour que le frottement soit peu considerable en comparaison du reste de la resistance qu'on surmonte.[2])

1) Wasser.

2) Gerland, Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin etc. Berlin 1881. S. 287.

Papin hat recht behalten, die Idee Leibnizens eignete sich nicht für den praktischen Gebrauch. Das Mitgeteilte ergibt indessen, daß es sich bei Leibnizens Plänen lediglich um Wasserpumpen handelt und nicht, wie mir damals[1]) möglich schien, um eine an der Dampfmaschine anzubringende Verbesserung.

89. [Die folgenden Bemerkungen hat Leibniz der Nouvelle Machine pour transporter la force des Riviéres dans les lieux fort éloignez, die Papin in den Nouvelles de la Republique des Lettres. 1688. Bd. X. S. 1308 und daraus übersetzt in den Actis Eruditorum vom Dezember 1688. S. 644 veröffentlicht hatte, zugefügt; abgebildet ist die Maschine in Gerland, Leibnizens und Huygens' Briefwechsel. Berlin 1881. S. 26.]

Dutum ego habui hoc inventum, quemadmodum ex schedis meis jam ante aliquot annos scriptis apparet. Et habui multo perfectius. Autor enim postulat tot folles, quot sunt intervalla, säze. quod impossibile, quia Aspirantes Antliae Aquam ultra triginta pedes elevare non possunt. quod verum est, sed ego eundem tubum attrahentem singulari artificio singulis applico.

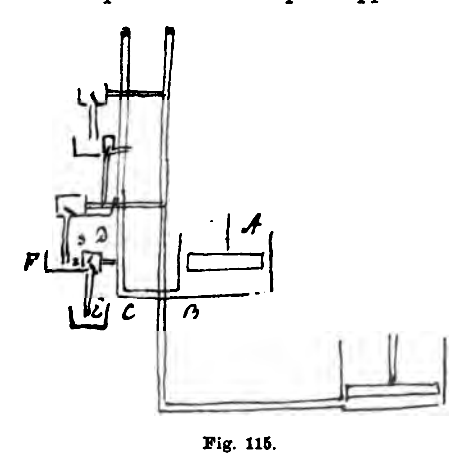


Fig. 115.

Ex his, quae habet in Novellis literariis Mensis sequentis, ubi applicatio Machinae ad Rotam aliquam Aquariam proponitur, video et ipsum duobus tantum follibus uti, pro Antliis quotcunque. Sed tunc illud subest incommodum, quod aqua ex imo quidem elevari hac ratione potest, ea vero, quae in medio itinere accedit, recipi, et simul attolli nequit. Atque illa vel peculiaribus pro illa opus esset antliis, atque adeò in magna profunditate, ubi pluribus locis nova aqua supervenit, multiplici opus esset ordine antliarum, quod sumtuosum et incommodum, praesertim cum putei non sint pro multiplicandis antliis satis capaces, nec simul sumtibus maximis amplificari queant. Veniendum ergo est ad inventum meum, cuius ope communicatio cum nova aqua affluente dari utque redimi possit. Nempe follis A ope tubi BCD facit antliam DE sugere aquam ex receptaculo E. Eoque suctu aperitur valvula 1, quae est intra antliae ventrem D, clauditur verò valvula 2, quae est extra eum. Suctu verò peracto clauditur valvula 1, ne aqua relabetur, aperitur verò valvula 2, ut aqua ex antlia D effluat in receptaculum apertum. Verum ut hoc fieri possit, necesse est aperturam ac valvulam 2 esse duplicem, unam ad imum aquae in D, alteram ad ejus summum. Praeterea aër externus conabitur magna vi illabi in tubum CD, dum aperitur 2, cui remedium à solis valvulis inter D et CD ponendis nullum. ea enim via, qua sugendo aperiuntur valvulae, etiam aperirentur cessante suctione ab aëre irrumpente.

1) Ebenda S. 236, Note.

Itaque loco valvularum opus est Epistomiis (vel quia periculum est, ne Epistomia corrumpantur Materià sese interserente, vel etiam spatio paulatim aperto ex aëre tractu temporis debito). singularis generis valvulae sunt adhibendae. Ponamus valvulam, quae communicationem facit inter *D* et *C* vel etiam valvulam 1 apertam, cum follis sugit, secum claudere Epistomium 3, quod facit superiorem communicationem ipsius *D* cum aëre externo. id epistomium cum perexiguum esse possit, etiam durabile esse potest. Durante igitur suctu nec aër externus per Epistomium irrumpet, nec per 2, quia valvula 2 tum suctu, tum vi aëris externi clauditur et peracta suctione follis valvula (ut 1) à suctione aperta rursus claudetur à suo elastro, simulque aperietur Epistomium 3 ubi aëre externo in antliam irrumpente. Nihil amplius claudet valvulam 2, adeoque ipsa aperta poterit effluere aqua, sed jam circumspiciendum, quid impediat, ne aër irrumpit et in *CD*. An igitur, dum aperitur 3, claudendum epistomium *CD*: sed quis item aperit tam 3, quam *CD*.

Videndum, an velit Papinus clausum esse *DF*, sed ita non procedit suctio, revera enim externo aëre non admisso per intervalla aër solus infra tubum ingrediens efficeret elevationem. itaque aquam attollet ad primum spatium contiguum (?). si verò apertum sit vas *F*, unde sugitur, non apparet ex Papino, quomodo aqua ex *D* effluat in *F*: claudi scilicet debet communicatio cum tubo longo *CD*, aperiri cum aëre aperto in 3 et 2. Horum cum nihil consideravit Papinus, non potest sufficere ejus descriptio.

90. [Oktavblatt, allseitig beschrieben.]

Reflexion sur la Machine Hydraulique proposée par M. Papin.

La manière de lever l'eau à distance par le moyen des tuyaux de communication, ou il n'y a que de l'air, peut avoir des usages considerables. je m'y suis appliqué moy même et j'ay fait quelque essay en grand il y a deja plusieurs années, ayant fait faire une maniere de souflet pour attirer l'air par des tuyaux de bois, qui descendoient jusqu'au bas de la vallée, on estoit l'eau, et autant que je pouvois juger l'action passait à travers des tuyaux aussi facilement, que si le soufflet auoit esté près de l'eau, mais le diametre du dedans des tuyaux estoit trop gros pour pouuoir servir à des grandes distances.

Mes pensées differoient de celles de M. Papin en ce que les receptacles sont fermés chez lui et tout fait une pièce continue deux tuyaux aboutissant à chaque receptacle, ce qui pourra estre bon pour elever l'eau de quelque riviere ou fontaine au haut d'un chateau ou reservoir, mais pour les mines, aux quelles j'avois principalement egard, il est apropos, que ces receptacles soyent ouverts et communiquent avec l'air libre. Dont la raison est, que dans les mines ou ne tire pas seulement l'eau du plus profond endroit de la mine, mais on la reçoit encor dans les receptâcles moyens par tout, ou on l'a peut découurir par la retenir en haut autant qu'on peut; autrement si on la laissoit tomber en bas, on augmenteroit sans necessité la difficulté de la tirer hors de la mine. Car de vouloir faire des receptacles et des pompes à part pour cette eau, qui se doit prendre en chemin, il y auroit trop d'embarras.

je penserois donc, que les receptacles deuoient estre faits comme ils sont ordinairement dans les mines, et ou ils sont ouverts pour recevoir non seulement l'eau qu'on a elevee, mais encor celle, qui survient des endroits voisins de la mine, qu'on a grand soin d'y mener; dans chaque receptacle il trempe le bas bout d'un tuyau, qui puise cette eau pour l'elever plus haut; comme il y repond encor le haute bout d'un autre, qui y porte l'eau plus basse. Mais il faut, que ce tuyau, qui apporte l'eau de dessous aye en haut une capacité, qui soit close ordinairement, mais qui aye une ouverture par la quelle l'eau ne sorte que pour faire place hors que l'air retournant à sa constitution naturelle reprend sa place dans cette capacité, d'ou le souflet avoit attiré. Mais l'eau en estant sortie dans ouvert, et le souflet commencant de rechef à attirer, l'air l'ouverture se renfermera et une soupape empechera l'air exterieur d'entrer.

J'apprehende que dans les tuyaux fort estroits comme ceux d'un neuvième de pouce que M. Papin propose, l'air n'aille moins viste de beaucoup que le calcul ne porte ayant trop peu de corps. à proportion de la surface exposée à un grande friction dans cette grande longueur de chemin, qui seroit faire en ce peu de temps et d'ailleurs n'ayant pas toute la facilité à se diviser. qu'on luy pourroit attribuer.

Ce qui me fait croire que les tuyaux pourroient estre un peu plus gros et tout accomodé à proportion. Mais pour sçavoir les meilleures proportions il faudroit des experiences, afin de pouvoir faire un calcul asseuré de la perte de la force et afin de sçavoir, combien de celle est necessaire à elever le piston ou souflet, surpasse celle qui seroit necessaire à elever l'eau immediatement sous les tuyaux de communication. Ainsi comparant cette perte avec celle, qui se fait dans les communications ordinaires de la force, qu'on obtient par le moyen des perches ou chaines, on puisse juger de l'avantage, qu'on y pourroit trouuer.

Anmerkung. Der von Leibniz in der unter Nr. 74 mitgeteilten Scheda I dargelegte Plan ist nach den obigen Mitteilungen von ihm experimentell geprüft worden, wohl in der Umgegend von Clausthal um die Mitte der siebziger Jahre des 17. Jahrhunderts. Es ist dies der erste Versuch einer Kraftübertragung auf größere Entfernungen gewesen, über dessen Einzelheiten uns leider nichts weiter bekannt ist. Doch hat Papin einen ähnlichen dasselbe Ziel verfolgenden Plan 1688 zuerst und offenbar ohne von Leibnizens Versuchen Kenntnis zu haben veröffentlicht. Beiden Männern gebührt also die Priorität in dieser für die Gegenwart so wichtig gewordenen Frage. Die obigen Zeilen aber werden im Jahre 1688 oder 1689 niedergeschrieben sein.

91. [1 Blatt in 4°, auf beiden Seiten beschrieben.]

Im Uebrigen haben diese saugenden Windkasten bey Wasserkünsten den Vortheil, dass der wiederstand gleich gross, man hange soviel sätze daran, als man wolle. Nur nachdem derselben mehr, wird die lufft langsamer ausgepompet werden und die röhre wasser saugen, daher man es dann nach der Krafft, so man hat, stimmen kan, damit der gebührende effect erreichet werde. an dem windkasten kan man sehn, ob er zu ge-

schwinde gehet; wenn er einmahl weniger, als das andere lufft ausbläset, so geht er zu geschwind, ehe ihm von der ansaugenden Lufft genugsam kan geholffen werden. Ferner findet sich, dass er nicht genugsam Wasser bringet oder gewaltiget; wenn man Wasser gehen machet, so muss man den Hub oder windkasten eher vergrössern, dass wenn er zum angriff komt, nachdem nehmlich die Lufft sich meist gleich austhente, auff einmal desto mehr lufft auspumpe. Dass man Zeit lasse der Lufft, in den langen röhren sich überall gleich zu vertheilen, dient auch dazu, dass sie bey allen sätzen gleichen Effekt thue und überall gebührend sauge, sonst würde an den oberen mehr als an den unteren und entfernteren, als deren Lufft anfangs nicht genugsam ausgethent, gesauget werden. Solte man finden, dass das intervallum temporis zu lange seyn wolte, müssten die röhren desto weiter seyn. Es müssen experimenta gemacht werden, wie geschwinde die Lufft vi elateris proprio von einem orth zum andern gehe und sich vertheile. Wenn kein Krafftverlust sich bey diesen machinis finden soll, so muss der windbalg so viel wasser ohngefehr 30 lachter hoch heben, als vom embolo aus dem windkasten in werender Zeit herausgetrieben würde, wenn er voll wasser wäre, und danach ist so viel thunlich die sach zu stimmen, denn in der that mus der embolus so viel lasten, nehmlich incumbentis aëris, aussstehen, als ob er soviel wasser brächte. solte aber ein solches nicht zu erreichen seyn (wie denn etwas abgang seyn muss), so wäre solcher abgang gegen denjenigen, welcher bey denen in Distantz operirenden Feldkünsten sich findet, zu balanciren.

Man köndte noch sich hier sowohl als bey den gemeinen Wasserkünsten einer excellenten Methode bedienen, da durch quecksilber alle frictionem und Liederung abschneidet; zumahl bey dem einfachen Kasten, so continuirlich aus den rohren sauget, blieb zwar die kleine auswendige Liederung, dass die Zugstange gedrange gehe, als welches von keiner importanz; wiewohl es noch mit Quecksilber zur perfection zu bringen, da dann dessen sehr wenig vonnöthen. Vor dem embolum selbst aber wäre es hoch nuzlich; solcher gienge inwendig verschlossen im Kasten, und wäre also das Quecksilber auch verschlossen; man kan noch bey dem auswendigen gewisse Dinge drüber schütten, ohne das verschliessen, so wohl geschehen kan, damit das Quecksilber desto weniger zu observiren seye. ich weis nicht, ob ein festes Saugen sowohl durch Hähne, als Klappen zu wege zu bringen, weil die Hähne sich nicht andrücken. Es wäre dann vermittelst einer schraube, dass die Hähne zugiengen und würde im Zudrehen enger mit einer feder oder leder in der Schraube.

wenn der Embolus *a* im windkasten in die Höhe gehet, pumpet er die Lufft auss der Röhre *bcde* und diese per consequens aus dem saze *fgh*, vermittelst der communicationsröhre *lm*. Der saz ist bey *f* und *g* aniezo zu, bey *m* und *h* aber offen, also dass er bei *m* mit *de* bey *h* aber mit dem Wasser im druntenstehenden sumpf communiciret und also den Saz fast bis an *m* voll wasser ziehet. wenn nun das wasser fast *m* erreichet, hebet es etwas, so im Wasser schwimmen kan, in die Höhe, so einen Hahnen umbdrehet, dadurch auff einmahl *m* geschlossen und *f* geöfnet wird, so kan durch *f* die freye lufft hier ein. Dann thut sich auch die Klappe *g* (so auswendig) auff und laufft das Wasser auss dem Mörser *fg* in den sumpf *n*, weilen unter-

dessen eine Klappe über *h*, so innewendig in der Röhre *gh*, geschlossen und das Wasser nicht wieder herunter nach *h* fallen könne. Es muss aber *fg* nicht hoh, sondern mehr breit seyn, damit wenig Höhe, so das Wasser vergebens gehoben wird und wieder darauss in den sumpf gehoben werden muss, verlohren werde, desgleichen muss auch der Sumpf breit seyn. *m* aber und *f* können etwas höher seyn, als das übrige *gf*, auch *g* etwas niedriger, als das übrige, gleichsam als ob *gf* oben und unten etwas spizig und eng. Wenn nun das Wasser fast ganz aus *gh* heraus gelauffen, dann mus erst durch Herabsteigung eines gewissen corporis mit dem wasser der Hahn wieder, wie er zuerst gewesen, gedreht werden. posito nun, dass dieses mit dem Hahnen oder dergleichen zu practiciren, so wäre sonderlich noch eine caution nöthig zu verhüten, dass nicht viel Krafft verlohren gehe, nehmlich wenn die Lufft nicht geschwind genug von *d* nacher *b* kommen köndte, würde vergebens seyn, dass unterdessen der embolus *a* öffter auff und abgienge, alss nöthig, dann wenig lufft auss *d* nach *b* kommen, so hilfft sie dann *a* wenig in die Höhe zu kommen und muss er also ohne gegen Hülffe die antreibende Lufft überwinden, daher die Bewegung so langsam seyn muss, dass die Lufft zeit habe hin zu kommen und zu helffen, nicht nur, wenn man iedes mahl so lange abwarte, bis die Lufft sich überall fast gleich vertheilt und dann der Zug auff einmahl zuletzt desto stärker wäre, würde am wenigsten Krafft verlohren, hingegen müste der windkasten fein weit seyn, oder der Hub gross, dass er en recompense hernach desto stärker angriffe, wäre also guth, wenn die Kunst wie beym krummen Zapfen ein guthes Theil der Zeit gleichsam ledig ginge.

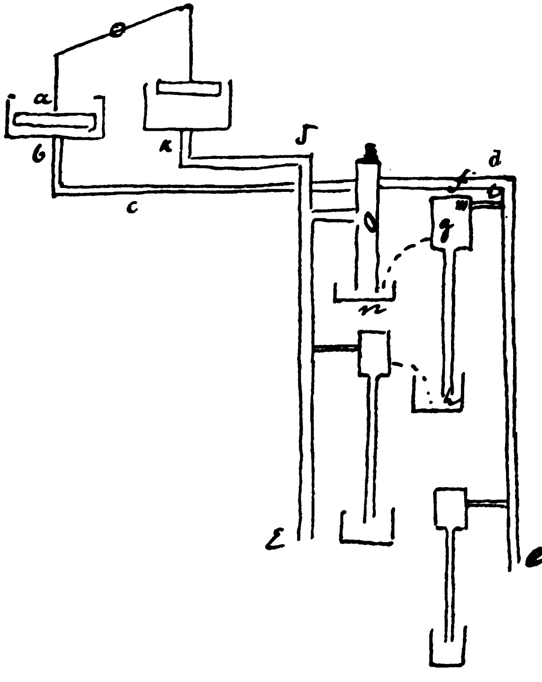


Fig. 116.

Ferner wird nöthig seyn, dass die Hahnen gleichsam in einem Augenblick und vermittelst einer feder, nach dem über einen gewissen terminum das Wasser kommen, gebührend gestellt werde, denn sonst möchte die stellung des Hahnen durch das wasser auf halbem wege bleiben.

Es ist noch zu consideriren, dass sich wasser allmählig in den Lufftröhren samlen wird, so abzuzapfen. Es ist auch zu consideriren, dass alles durch einfache röhren zu thun, dass die andere *κδε* nicht nöthig,

denn wenn der eine embolus niedergeht, so gehet der andere auff und die niedergehende Communications Klappe mit den röhren dort zu, nicht der freyen Lufft auff, also dass er die zuvor geschöpfte röhrenlufft in die freye Lufft austreibt, des auffgehenden Emboli aber communicationsklappe mit den röhren gehet auff, mit der freyen Lufft aber zu, damit er wieder etwas aus den röhren schöpfen könne. Nehmlich wenn der embolus *b* aufgehet nacher *l*, geht die Klappe *c* inwendig auff, die Klappe *d* auswendig zu, die Klappe *f* inwendig zu, die Klappe *e* auswendig auff, so wird die Lufft zwischen *b* und *e* ausgetrieben durch *e* in die freye Lufft und aus der röhre *mnp* durch *cg* in das spatium *cb* andere lufft gesauget. Hingegen geht der embolus wieder nieder, so geht *c* nieder, *d* auff, *f* auff, *e* zu und wird die Lufft zwischen *b* und *d* durch *d* ausgetrieben in die freye Lufft und aus den Röhren *mnp* durch *hf* in das spatium *be* andere Lufft gesauget. Es muss aber der ausgang des Windkasten *l* geliedert seyn, damit die Zugstange *ab* alda gedrange gehe und keine Lufft einlasse.

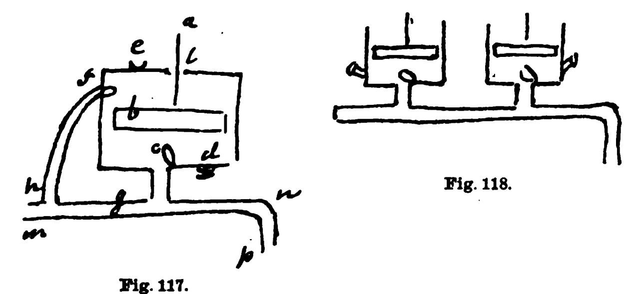


Fig. 117. Fig. 118.

92. [Kleines schlecht geschriebenes Blatt.]

non inelegans Machinamentum jactus continui ex simplici vase a me nuper excogitatum.

Blasebalg, Sprize oder Pumpe, mit einem einfachen stiefel, so allezeit zu einer röhre hinauss in einem strahl im hin- sowohl, als hehrziehn Wind oder Wasser giebet.

Stiefel oder Kasten ⊙, Ziehestange *ab*, embolus *b*, so geliedert, desgleichen auch der eingang des Kastens *c* dadurch die Zugstange *ab* gehet. Vier Klappen *e*, *n*, *p*, *h*. stosset man nun den embolum *b* hinein, so gehen die Klappen *n* und *e* auff, aber *p* und *h* zu; und weil der Kasten in Lufft oder Wasser stehet, so ziehet sich solches durch *n* hinein und vermittelst der röhre *ef* gehet es zu *f* hinaus. Ziehet man aber *b* wieder zurück, so gehen *p*, *h* auff, aber *n* und *e* zu; und wind oder Wasser gehet zu *p* hinein, aber durch die nebenröhre *hmg* nach *f* und da ferner, wie zuvor, hinauss. Man solte meinen, die Klappe *h* wäre unnöthig, alleine wenn solche nicht da wäre und man triebe den embolum *b* hinein, nacher *e* zu, so würde das wasser *eb*, so durch *ef* hinauss etwa hoch oder weit getrieben werden sollen, lieber per circulum und folglich durch *eghm* wieder hinein in das spatium *cnb* gehen

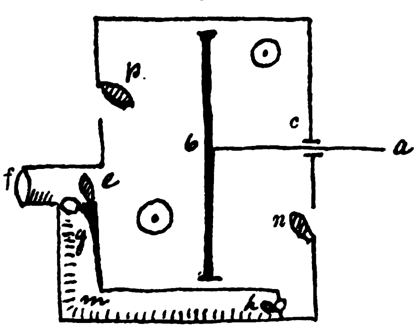


Fig. 119.

und solches wieder füllen, auch *n* zu schliessen, also das Wasser nicht recht zum Kasten hinauss, sondern, welches leichter, im Kasten nur herumbtreiben, wiewohl gleichwohl der conceptus impetus ein theil des Wassers zu *f* hinauss treiben würde, so würde der effect nicht sicher, noch vollkommen seyn.

[An der Seite ist die folgende Notiz angefügt.]

Not. man wolte die Kunst noch mehr verdrehen, dass die Lufft nur zu einem loch bey *n* eingienge, massen in dem recessus *r* 2 Löcher seyen *n*, so geht in das spatium *bc* und *i*, so da gehet in die röhre *ptv*, so die Lufft herein führete, in das spatium *bc* und *ih*

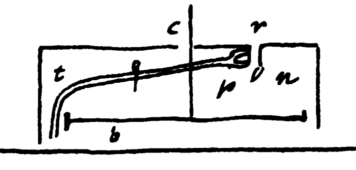


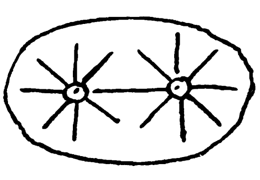
Fig. 120.

[das übrige unleserlich].

Anmerkung. Diese von Leibniz entworfene Gebläsemaschine oder Pumpe ist neuerdings häufig in der Technik angewendet. Von ihm selbst ist sie nicht zur Ausführung gebracht worden. Sie ist von mir besprochen in Berg- und Hüttenmännische Zeitung. 1900. Nr. 27 und 28.

93. [Kleines Blatt.]

Antlia. Rudbeckius[1]) ait, se invenisse machinam, quae aquam elevare possit ad 80 pedes sine ullis valvulis simplicissima ratione. Ego id puto fieri posse per Hydrocontisterium[2]) frictionis expers à me inventum. nescio autem an idem sit inventum Rudbeckii. circa hoc hydrocontisterium quaeri potest, ad quantum altitudinem aquam possit elevare. Scilicet tandem pondus tarditatem aquae vincit. item quaeri potest commodissima rotarum dispositio, ut neque se tangant, sed procedant vel subsequantur; et quam minimum inter se spatii relinquant.


Fig. 121.

Anmerkung. Ein Zettel aus Leibnizens Nachlaß mit dem Datum vom Januar 1678 enthält die Beschreibung des Wasserriegels des Prinzen Ruprecht von der Pfalz, ein ebensolcher vom November 1678 unter der Überschrift Novum Hydracontisterium die Beschreibung der Pappenheimischen Kapselkunst[3]), der Leibnizens Entwurf sehr nahe kommt. Nun ist aber diese Kapselkunst bereits im 13. Teil der Erquickstunden von Schwenter, die 1636 in Nürnberg erschienen waren, abgebildet und beschrieben, einem Buche, welches Leibniz anderweitig erwähnt, welches er also gekannt hat. Wenn er deshalb die in obiger Skizze dargestellte Figur eine von ihm gemachte Erfindung nennt, so kann er damit nur die Anordnung der Räder meinen, die Schaufelräder gewesen zu sein scheinen, während sie bei der Pappenheimischen Kapselkunst Zahnräder waren. Die

1) Rudbeck war zu Arosa in Westmanland 1630 geboren und starb 1702 als Professor in Upsala. Die betreffende Schrift ist 1653 in Arosa erschienen unter dem Titel Nova exercitatio anatomica exhibens ductus hepatis aquosos. Auch in Marget Bibliotheca anatomica. vol. II. S. 700. 2) Wasserriegel oder Kapselkunst.

3) Beide sind abgebildet in Gerland und Traumüller, Geschichte der physikalischen Experimentierkunst. Leipzig 1899. S. 215 ff.

Kapselkünste sind neuerdings häufig in Anwendung gekommen, so der Wasserriegel als Gebläse an der Dynamomaschine von Thomson-Hauston, die Pappenheimische als schnell laufende Pumpe etc.

94. [Kleines Blatt 8°. Gut geschrieben.]

29. April 1685.

Es solte scheinen, ein seil, welches lang, reisse mit gleichem gewicht nicht so leicht, als ein anderes, so kurz und ebenso dick und stark. Dieweilen die tensio oder spannung in mehr partes vertheilet wird in einem langen seil und also jedes theil eines langen seils bey weitem nicht mit gleichem Gewicht so viel gespannet als iedes theil eines kurzen, daher auch das lange nicht so sehr nothleidet. Denn wenn man ein langes seil einem kurzen gleich spannen will, dass es oben den Thon oder laut bekommt, muss man umb soviel mehr gewichte geben. Dieses nun ist theoretice ganz gewiss und ohnfehlbar, wenn das lange seil überall gleich stark ist. Alleine wenn man sezet, dass ein theil schwächer, als das andere (wie denn solches in praxi nicht zu vermeiden), so komt es auff eins hinauss, das seil sey lang oder kurz, wenn ein gewichte daran hanget; denn nicht nur das gewicht, sondern auch die feder oder Spannung der anderen theile arbeitet gegen das schwächste, dahehr obschohn das gewicht die Krafft nicht ganz auff jedes theil wenden kan, so macht doch der gespannten theile widerstand per suam vim Elasticam, dass jedes theil insonderheit von der ganzen Krafft gleichsam alternative angegriffen wird und also das schwächste überwunden wird. Weil nun ie länger das seil, je grösser der unterschied der theile und ie ehe ein allerschwächstes darunter, so pflegen auch lange seile ehe zu reissen, als kurze.

95. [1⅛ Blatt in 4° gut geschrieben.]

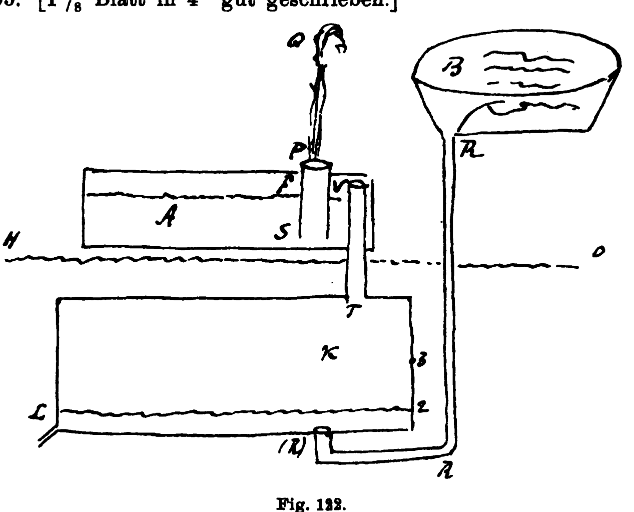


Fig. 122.

Ohne räder oder Druckwerck und dergleichen gewalt, durch blosse geschirr und röhren zu wege bringen, dass das wasser höher springe, als der behälter, daraus es geflossen. Behälter *B*. Horizont oder Boden *HO*. Noch unter dem Boden in einem Keller ie tieffer, ie besser, doch dass man darauss einen abfluss oder abzug haben könne, stehet ein wohlverschlossener Wasserkasten *K*, darin das wasser aus dem Behälter durch die röhre *RRR* fället und weil solcher keinen ausgang hat, als durch die röhre oder

tubum *TV*, so wird dadurch das wasser in dem andern Kasten *A*, der so hoch über dem Boden stehen kan, als man will (nur dass er allezeit aus dem Behälter oder sonst mit wasser würde angefüllt werden können) durch die Sprüzröhre *SP* heraus zu schieben und zu springen gezwungen. Es mus aber *V* höher seyn, als das wasser im Kasten *A*, hingegen *P* mus fast auff des Kastens *A* boden ruhen. Der Wasserkasten *A* hat keiner ordinären öffnung nöthig, als bey *P*, damit frisch wasser hinein lauffen könne, welches aus dem Behälter *B* oder anders wo hehr kommen kan. Und darff also vorn nicht geöfnet werden, als wenn er gesäubert werden soll; hingegen der Kasten *K* mus noch ein loch oder öffnung haben *L*, damit das wasser so bald der kasten voll, abgezapfet werden kan, und ist dienlich, dass man unterdessen das Loch *R* könne zu machen, damit in wärendem abfluss kein neues wasser hinein fliesse.

Soviel *B* höher ist, als die superficies des wassers im Kasten *K*, umb soviel kan das wasser im Kasten *A* über seine superficies *F* hinaus getrieben werden, welches praecisè zutreffen würde, wenn *SPQ* eine röhre wäre; wenn es aber aus *P* bis *Q* in freyer lufft sprüzen soll, geht ein ziemliches ab. Nachdem die sprüzung *FQ* hoch sein soll, mus die lufft in *KTVFP* stark gepresset werden. gesezt zum exempel die Höhe von *B* bis 3 sey etliche dreissig schuh und wenn das wasser in *K* bis 3 gestiegen habe, sey die lufft in die helffte gepresset, so kan *SF* wohl 25 schuh hoch werden. Und ob gleich das spatium der Lufft im Kasten *A* immer grösser wäre, so wird es hingegen im Kasten *K* immer kleiner, kan also der Abgang den Zugang compensiren und das wasser in einem springen bleiben (ausgenommen, dass soviel von *PQ* abgehet, nun noch ein wenig drüber als die superficies des Wassers 3 in *K* aufsteiget), bis der Kasten *K* voll wird.

Damit aber das springen continuirlich unterhalten werde, ohngeacht man den Kasten *K* abzapfen und den Kasten *A* wieder anfüllen muss, so wäre dienlich, dass die beyden Kasten mit ihren röhren nehmlich *KTVAS* zweymahl da seyn und die beyden springröhren in einem Ausgang *P* zusammen kommen, da dann in werender Zeit, dass am Kasten *A* abgezapft wird, der andere springen könne. Und dergestalt in werender Zeit, dass der eine springet, werde der andere bereits in etwas angefüllet, damit die lufft in ihm recht zusammengepresset werde; die röhre *R* aber kan beyden wasser geben.

Der Kasten *A* wird aus dem Behälter oder sonst mit Wasser angefüllet, also dass eine Klappe für der röhre inwendig des Kastens sich schliesset, wann nehmlich die lufft gepresset wird und das wasser springet. wenn aber die Pressung der lufft aufhöhret, thut sich die Klappe auff und laufft frisch wasser hinein. Inzwischen springt der andere Kasten *A*.

Diese beyden subjectiones sind nur bey diesen werck, erstlich dass man eine tieffe abzucht haben mus vor den Kasten *K*, so nicht überall thunlich. Vors andere das in werdendem springen eine Person im Keller auff die Wasserkasten achtung haben mus, solche wechselsweise abzuzapfen.

Den wasserkasten *A* köndte man neben das behälter oder reservoir sezen und in gleicher höhe mit dessen Boden, so wäre es schwer und wunderlich, dass ein behälter dass wasser über seine superficiem hinaus sprüzen machte.

Man köndte auch dergestalt die subjectionem des tieffen Brunnens mit der abzucht ganz abschaffen, wenn man nicht will, dass es höher sprüzen soll, als der Behälter sonst ohne dem sprüzen machen kan und dergestalt käme ein artliches inventum heraus, dass man zu Herrenhausen ganz oben auff dem orth das wasser köndte in die lufft springen lassen; wenn nehmlich die Kastens K in einem verschlossen, als zum exempel an der grotte dem Boden gleich: was aber die Kastens A wären, solche ganz zu oberst des hausses und unter einem Bassin, darein das heraus geströmte Wasser meistentheils wieder fiele und also in die Kastens A wieder lieffe. Doch müste anfangs in dem Bassin etwas überflüssiges seyn, den abgang zu ersezen. Und hernach unter der hand wieder frisch wasser in die Bassins von dem Küchen gehende oder dergleichen voll hinauffgepompet werden, welches ohnedem überall im Hause, sonderlich gegen feuer dienen kan.

Sonsten durch diese inventionem spiritalem kan man das Wasser noch ohne einigen fall springen machen, so hoch man will, mit gewalt der pferde oder dergleichen, so man alsdann, wenn es nöthig umbgeben und damit lufft pressen lässet.

Anmerkung. Die Arbeit ist offenbar angeregt worden durch die Anlage der Wasserkünste in Herrenhausen, wie solche damals als Nachahmung der Versailler von vielen deutschen Fürsten auch anderwärts eingerichtet wurden. Wie hier wurden und werden auch dort zum Pumpen des Wassers Wasserräder, zum Emporschleudern Druckpumpen mit Windkesseln angewendet.

96. [1 Blatt in 4°.]

Pour estimer la hauteur des jets d'eau je pose pour principe, qu'un jet d'eau jailliroit precissement aussi haut que le hauteur de reservoir, si rien d'externe l'empechoit. Cecy est un theoreme, que je pourrois demonstrer en cas de besoin. L'empechement ne peut venir que de deux causes; le canal par ou il sort et l'air ou milieu, par lequel il se repand. Mettant le canal ou tuyau apart à present; je dis que l'eau trouve quelque resistance à chasser pareil volume d'air de sa place. Cette resistance est d'autant plus grande, que le mouvement est plus viste, et cela pour deux raisons, l'une qu'un corps qui pousse, un autre perd de sa vistesse à proportion du corps, qu'il pousse. C'est à dire la somme des mouvemens est la même apres, et par consequent, si le premier corps est a, le second b, la vistesse seconde sera à la première, comme est a à $a+b$, donc la première estant V, la seconde sera $\frac{a}{a+b}V$ et la difference ou perte sera $V-\frac{a}{a+b}V$ ou $\frac{\overline{(aV)}+bV-\overline{(aV)}}{a+b}$ ou $\frac{b}{a+b}V$, qui est proportionnele à V, car si (V) estoit double de V, $\frac{b}{a+b}(V)$ seroit double de $\frac{b}{a+b}V$. En second lieu cette resistance est d'autant plus grande, que l'eau rencontrera plus d'air à chasser; or l'air à chasser est proportionel à la hauteur du jet; donc: les pertes seront en raison composée de celle des hauteurs et des vitesses. Mais je voy deja la vitesse compliquée dans la hauteur. L'estime exacte de cela est assez compliquée. il faut considerer la vitesse, avec laquelle

l'eau sort privant une goutte à part la diminuation perpetuelle de cette cause de la diminuation de la vitesse même. Et nous determinerons par la jusqu' à ou ira une goutte d'eau poussée par une certaine force; par exemple tombant à une certaine hauteur. Vouloir determiner la hauteur des jets d'eau est la meme chose, que de vouloir determiner jusqu' à ou remontera une pendule. Et celuy qui donnera l'un, donnera l'autre. Cela se peut determiner parfaitement supposant certaines experiences, mais le probleme estant purgé de la physique et reduit à la pure geometrie est bien difficile.

Anmerkung. In der Tat hat der erste, der für die Sprunghöhe von Springbrunnen eine Formel aufgestellt hat, hat Mariotte sie auf Versuche gegründet. Er teilte sie mit in seinem 1686 erschienenen Traité du mouvement des eaux. Da Leibniz sie nicht erwähnt, so wird man annehmen müssen, daß er die obige Notiz vor 1686 niedergeschrieben hat.

Benutzung der Windkraft.

97. [Zettel von Leibnizens Hand.]

Vernae domestili commodissima et pulcherrima ratiò ingens habeatur cupa, cujus embolus in insertione tenui hydrargyro plena liberrime excluso tamen optime aëre externo moveatur. Ea cupa potest esse vasta, et bene firmata, cujus embolus continuo descendendo rotam vel, quid vis agere potest, ipso verò vi venti planitiem [?] in tecto circumagentis rursus attollitur. Atque ita semper (excepta diutula malacia aëris) habebimus molendinum robustissimum, quod saltem interdum agere in domo possit. Pro certo habeo, si pro aëre exhausto adhibeatur compressus aër, et non tantum venti sed et ipsius thermometri pariter et barometri operationes hac ratione conjungantur, posse Molendinum magnum perpetuum obtineri. imo fortassè hoc sine accedente vento praestare licebit, cum mutationes caloris frigoris magnae quotidie contingant. sed magna vasis contenti atque Emboli tantam potentiam coercentis robore est opus. Majus adhuc aliquod praestari poterit, si haec magna vis faceret [?] ingens vacuum sub aqua, quae ipsa lente comprimat vento vicissim deducente NB.

Anmerkung. Es ist darauf aufmerksam zu machen, daß, wie Leibniz daran dachte, die Druckluft zur Kraftübertragung zu verwenden, er auch mit Hilfe des Windes häusliche Arbeiten etc. zu verrichten in Aussicht nahm, wie man es jetzt mit Hilfe elektrischer Sammler in der Tat ins Werk gesetzt hat. Die Schwankungen des Thermobarometer würden sich für diesen Zweck als nicht ausreichend herausgestellt haben, der Vorschlag erinnert an die Thermobarometer Drebbels oder Guerickes, die ja als Perpetuum mobiles betrachtet wurden.

Krummzapfen.

98. [1 Blatt 4°.]

Wenn durch krumme Bewegung etwas in gerader Linie gezogen oder gehoben werden soll, so ist die arbeit in werendem umbgang ganz ungleich, wie man an den Kurben, Krickeln, manivelles oder bey dem Bergwerck so genannten Krummzapfen siehet. Als gesezt die Kurbe oder Handhabe *abc* werde umb ihre Axen *Bd* herumb bewegt und ziehe den an-

gehengten Bleyel *bf* samt gestänge mit sich, so ist der Zug anfangs von 1*b* bis 2*b* sehr gering. Hernach wird er immer stärcker und wachset so, wie die sagittae umb *be* arcubus 1*b* 2*b* uniformiter licet crescentibus. Weil nun solches bey etlichen Künsten schädlich, welche wie sie den schwung verlohren und an dem orth stehen bleiben, da es am

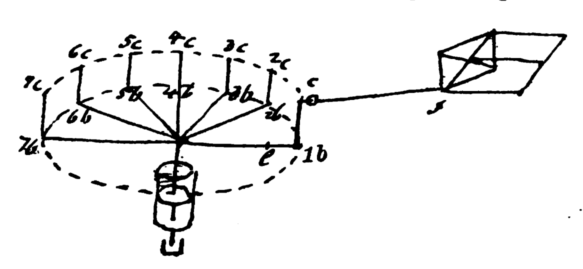


Fig. 123.

Hartesten hält, hernach eine mehr als sonst nöthige Krafft erfordern, umb wider in gang gebracht zu werden, als habe dahin gedacht, ob durch eine gewisse application der Zug zu vergleichen. Dergleichen stehet auch zu fragen, wenn ein rad das andere führet, es sey gleich, dass sie in einem plano der perpendicular auf einander: insgemein wird die Vergleichung des Zuges zu wege gebracht durch die Vermehrung der Zähne oder angreiffende arme, denn ie mehr derselben, ie mehr wird der Zug verglichen. Es können noch allerhand quaestiones compositae vorfallen, als zum exempel, wenn nicht nur allezeit ein gleicher Zug, sondern auch eine gleichförmige Hebung der auch im Zirkel steigenden Last gesucht wird, als gesezt der krumme Zapfen *AB* solle mit dem Bleyel *BC* ein halbes kreuz *FEDLG* schieben und umb *L* herumb und also einen langen Baum *GH*, so bei *H* mit einer Last beschwehret haben. fragt sichs, wie *EF* vor eine Linie seyn solle, damit das centrum gravitatis der Last *GH* in werendem Zug alle Zeit gleichförmig aufsteige, also dass die auffsteigungen des gedachten Centri Gravitatis dem Theil des umbganges, so der Krummzapfen bei *B* verrichtet iedesmahl proportional sey. Nun bleibt der Bleyel *BC* allezeit in einer Linie, denn seine aussschweifung oder Circularbewegung ist bey *C* nicht zu constatiren, zumahl *C* etwas lang, und gehet also *C* immer fast in einer Linea recta hin und hehr.

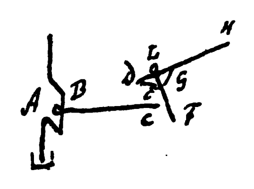


Fig. 124.

99. [2 Seiten 4°, jede zum Teil beschrieben.]

Aus dem Centro *A* werden mit dem radio *AB* oder *AD*, welche zusammen einen rechten winkel machen, die octantes *BC* und *DE* beschrieben. umb des octantis sinum *EF* beschreibet man einen circulus und theilet dessen semicirculus *EHF*, *EGF* in gleiche Theile einen, wie den andern, mit 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ziehet dann 1 und 1, 2 und 2 etc. zusammen und bezeichnet die Punkte 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, da der diameter durchschnitten wird. Nun *AJ* und *BK* theilet man in eben soviel gleiche Theile, als man den halben Zirkel *EHD* getheilet hat mit den Punkten 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, zieht die Linien 21 und 21, 22 und 22 etc. zusammen, so den Octanten *BC* durchschneiden in den Punkten 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, die tragt man auff den andern Octanten *ED* mit, mit 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47. Dann *E* bringt man umb das Centrum *A* nach 41 und ziehet die Linie 41. 11, ferner 41.11

bewegt man umb *A* herumb nach 42 (12) und zieht die Linie (11) 12, dann 42 (11) 12 bewegt man nach 43 (11) (12) und ziehet die Linie (12) 13, und also bewegt man 43 (11) (12) 13 nach 43 (11) (12) (13) und zieht (13) 14 und so fort, so bekomt man eine krumme Linie (11) (12) (13) etc. Wenn nun der krumme Zapfen den Zirkel 1 2 3 4 5 etc. beschreibet und seine Bleyel in der geraden Linie 11, 12, 13, 14 etc. fortgehet, so schleiffet sich der Däumling des armes *AE* mit einer krummen Linie an dem Bleyel hin und, wenn die Bogen *E* 1, 12 etc. gleich, so sind die Elevationes des gewichtes *B*, nehmlich *B*, 21; 21, 22; 22, 23 etc. auch gleich und also die revolutiones des motoris den elevationibus der Last proportional. ie näher nun die puncta 1, 2, 3 etc. item 21, 22, 23 etc. beysammen, ie genauer wird die Linie beschrieben, welches aber Mechanicum.

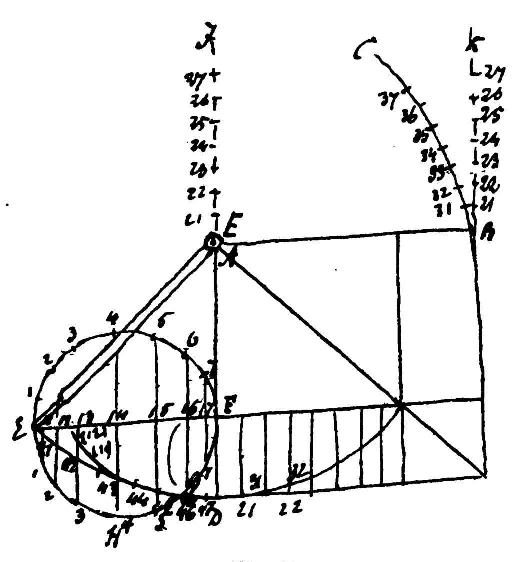


Fig. 125.

Ihre naturam aber geometrice zu consideriren [das Folgende ist ausgestrichen, dann heißt es weiter:] Putat autem 12 13 et (12) 13 non esse aequales, nec *F*. 13, nach *A*. 13 curvam tangere. Tota res eò redit breviter, regula *GH* semper manens perpendicularis ipsi *EF*, movetur certa quadam celeritate ab *E* ad *F*.

100. [kleines Blatt.]



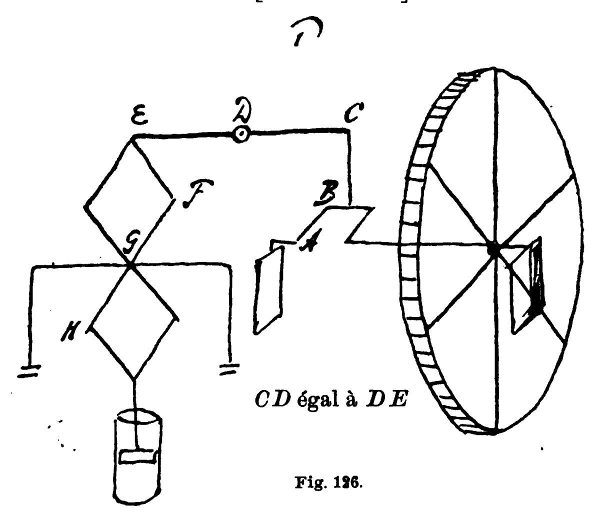


Fig. 126.

Quant à la force et resistance essentielle ces trois machines 1, 2, 3 sont equivalentes.

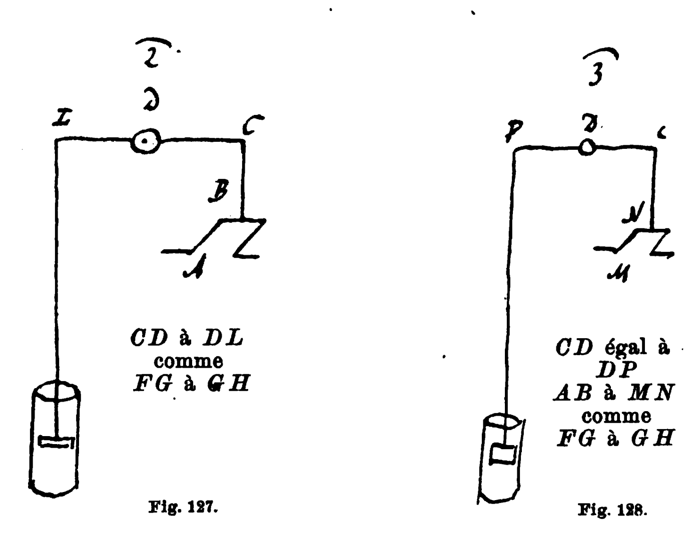


Fig. 127.

Fig. 128.

Wasserhebung mittelst der Kraft des Windes.

101. [4 Seiten 2°. Ziemlich gut beschrieben.]

Oben rechts hat Leibniz bemerkt: Habe es besser ausgesonnen in Scheda 20. April 1685.

Windtmühlen, so das Wasser bey bergwercken aus tieffen gruben ziehen sollen, haben diese schwührigkeit, dass sie bey starken Wind das Gestänge alzu geschwind umbgehen machen, dahehr leicht etwas reisset, bey schwachem Winde aber haben sie nicht Kraft genugsam, und dafern man nur lange schwingen brauchen will, daran der Bleyel bald weniger oder mehr nahe bey dem centro oder Walze der Schwinge gehanget und also der Hub gemindert oder gemehret wird, so gehet der Kolben in den Mörsern der Pumpen oder size, alzu langsam, und verliert das wasser wieder. Dem nun vorzukommen habe endlich diesen Modus ausgesonnen, welcher meines ermessens der vollkommenste, so einmahls in Vorschlag seyn.

A flügel der Windtmühle, so in der liegenden Eichenen welle *AB*, deren Zapfen *B*. deren angewege unter der welle *C*, alda eiserne Stäbe in die Welle geleget, so auff einem harten sandstein gehen. Das angewege unter Zapfen *B* ist *D*, alda der Zapfen in einem pfosteisen gehet und von einem wangeisen wieder gehalten wird, dass er sich nicht hebe. Auff der Welle (ohnweit *B*, alwo sie aber $1^1/_2$ schuh leicht dick, auch wohl bis auff einen schuh auszuründen stehet) gehet ein eisern Seil *EFGHLE*, so von der welle *E* unter

die rolle *F*, von dannen auff den Korb *GH* geführet wird, davon zurück auff die rolle *L* und von solcher wieder nacher *E* komt. Die beyden rollen *F*, *L* sind an einem angewege *MN*. Der Korb aber *HGPQ* ist an der stehenden Welle *RS*, deren oberer Zapfen *R* in einem angewege *TT*, der andere aber *S* in einer pfanne, darin eine stähline platte geleget, umbgehet. Der Korb besteht aus einem radt *Q*, etwa von 10 schuhen, von welchem büchene stangen auffwerts zusammen nacher *HG* gehen und alda in die stehende Welle befestiget seyn. Nachdem man nun die Kette hoch oder niedrig im Korb henget, als bey *p*, gehet die stehende Welle geschwind oder langsam umb und daher muss das angewege *MN* beweglich seyn, damit man die Kette spannen oder damit nachgeben könne. Es sind wohl umb die liegende Welle herumb bey *G*, als in die Stangen des Korbes quehre Eiserne zacken oder welches besser, gabeln, wie solche bey den Winden der Hafen seyn gebräuchlich, eingeschlagen, damit das seil nicht darauff rutsche. *γ* ist das Bremsenrad, damit die Windtmühle zu hemmen. wenn die Flügel umbgehen,

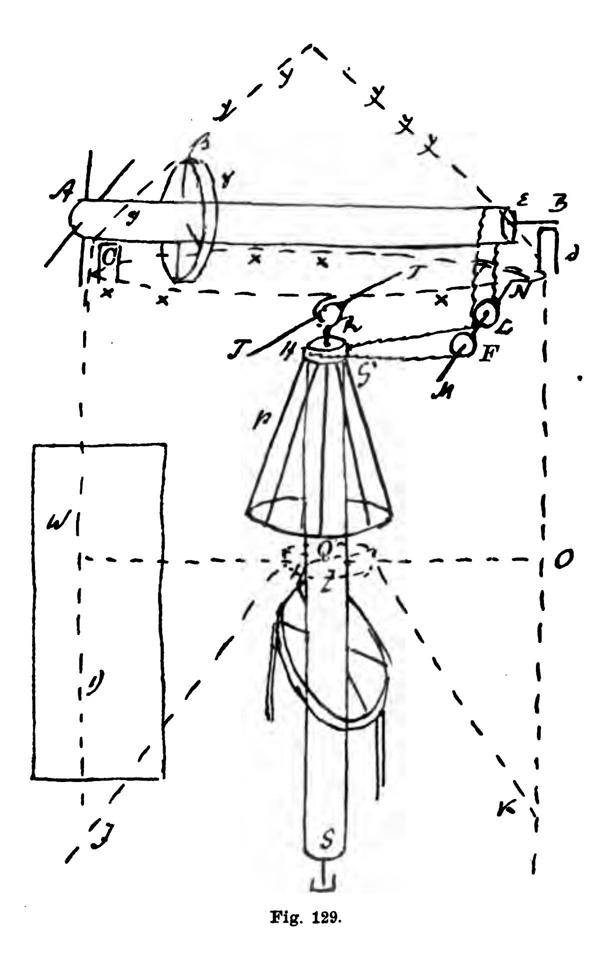


Fig. 129.

1) Hat Leibniz in die Figur geschrieben und bemerkt dazu unter dem Texte: Anstatt des Korbes kann man etliche scheiben übereinander setzen, immer eine kleiner, als die andere, darin eiserne gabeln *V*, worinn das seil gehe, ingeschlagen, das Angewege *TT* würde am besten der Welle *AB* parallel seyn, weil der zapfen *R* solchen weg hin von dem seil *FGHL* gezogen wird, und das angewege der rollen, nehmlich *MN* kan mit Hülffe des angeweges *TT* besser befestiget werden, und weil von seil das angewege *TT* hin nach *B*, aber *MN* hehr nach *A* gezogen wird, so halt eins das andere. An den Zapfen *B* köndte noch eine gegossene Scheibe, so etwa eines halben schuhs im diametro, darin die Gabeln gegossen, so hätte man desto mehr Veränderungen.

so gehet die Welle AB samt den angewegen $CDTMN$ und rollen FL mit umb, als welche alle im Dache oder umbgehenden Häuslein fest, die stehende Welle aber als in der Mitten wehret ihren Umbgang, wenn sie von den Windflügeln getrieben wird, stehen aber die flügel still und man drehet die Mühle umb, so muss von dem eisernen seil entweder die stehende Welle umbgezogen und also die ganze Kunst beweget werden, so erfolget, wenn die flügel gebremset; oder wenn die flügel frey, so wird die liegende Welle, mitsamt den flügeln im umbdrehen in etwas umbgezogen, gleich wie solches anizo bey der Mühle, so ich zum Clausthal bauen lasse, geschieht, alda ein Driliz in der liegenden und ein Kammrad in der stehenden Welle.

Sonst hat man alhier die wahl entweder das Dach xy (daran alles fest ist, so im umbdrehen mit herumbgehen muss) auff das unbewegliche Hauss $JWXOK$ zu sezen, dass es vermittelst rollen auff xx umbgehe, oder aber ein beweglich häusslein zu bauen $ZWXYXOZ$, welches auff dem Kranz Z, dadurch die stehende Welle geht, ruhe und mit rollen darauff umbgehe. Weil nun dieser Kranz klein, so ist die bewegung desto leichter, es müste aber noch überm Kranz Z unterm Korbe Q noch eins so gefasset seyn, umb fester zu stehen, der Kranz aber Z würde von den pfosten JZ, KZ getragen. Es köndten auch Pfosten von J und K bis fast an Z hinauff gehen, weil zwischen Q und Z ein ziemliches intervallum seyn kan.

Nachdem nun die Gestalt des primus motor mit seinen umbständen richtig, so folget nun die application, welche darinn bestehen soll, dass der primus motor nicht immediaté das feld- und grubengestänge bewege, sondern nur eine gewisse last in die höhe hebe, welche von selbsten wieder niedergehe, und dadurch das gestänge ziehe. denn dergestalt bleibt der Zug allezeit gleich, weil einerley pondus, so allezeit einerley resistenz findet, auch allezeit gleich geschwinde hinabgehet; hingegen nach dem der wind schwach oder stark, kan man solches pondus geschwind oder langsam wieder in die Höhe heben und auffziehn, und also noch mit sehr gelindem, so fast allein capabel die flügel und wellen ledig umb zu treiben operiren, doch iedesmal in gewisser Zeit weniger oder öffter nach proportion der Krafft des Windes. Und kan man dergestalt auch geringen Wind soviel es möglich zu Nuze bringen und doch einen gleichförmigen Zug erhalten, dessen ermanglung das einzige, so bishehr die vortheilhaffte application bey Bergwerken verhindert haben mag.

Diese Application kan auff folgende Weise bewerkstelligt werden: An der stehenden Welle RS ist ein schieffer Kragen oder Ellipsis 1. 2, welche zween stempel 1. 3 und 2. 4 im umbgehen wechselsweise aufhebet und niederdrücket und diese stempel, damit sie in gerader Linie auff- und abgehen, sind zwischen zweyen in der mitten etwas eingetiefften rollen, als 8 und 9, 6 und 7, 10 und 11, 12 und 13. Doch scheinet besser, dass die oberen rollen etwas höher und über dem Däumling. Davon aniezo. jeder stempel hat seinen Däumling 14 oder 15, an iedem ist eine rolle 16 oder 17. Vermittelst dieser Rolle, als 16, drücket am stempel 2. 4 der Däumling hinab den kurzen arm 16, 17 des langen baums 16, 17, 18,

welcher bey 17 umb einen nagel oder walze sich beweget. Wenn hernach die rolle bey 16 von arm 16, 17 abtritt, so gehet der arm 17. 18 vermittelst seiner grossen last und habenden Länge wieder hinab und drücket das ende 20 des Kreuzes 19. 20. 21, welches bey 20 mit einer rolle versehen ist, mit sich hinab, dadurch das Gestänge 19. 21. 23. 27 gezogen oder gehoben wird. Auff gleiche weise operirt hernach der

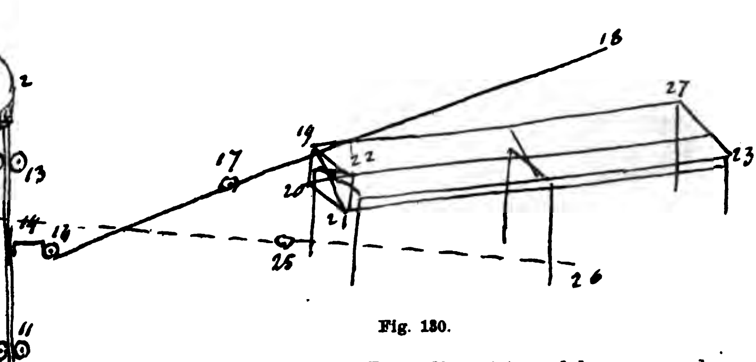


Fig. 180.

stempel 1. 3 und dessen Däumling 15, welcher am andern Baum 25. 26 mit dessen kurzen Ende in die Höhe hebt, so hernach das andere Ende des Kreuzes, nehmlich 22 wieder niederdrücket und das gestänge zurück ziehet oder schiebet, dadurch im Hinzug die eine Helffte, im Hehrzug die andere Helffte der Pumpen oder säze gehoben wird. Und wenn der Baum 16. 17. 18 an der linken seite des Kreuzes bey 20, so ist die andere 24. 25. 26 an der rechten bey 22.

Es ist aber zu consideriren, dass wenn der Däumling, als 14, vom arm, als 16. 17, abtritt, dass er alsdann unter den arm komme, und selbiger alsbald (wegen der Last 17. 18 auff der anderen seite) in die Höhe gehe und gemeiniglich oben wieder anlange vor dem Däumling (ausgenommen, wenn starker Wind, da der Däumling auch schnell in die Höhe gehet) daher weil der Däumling, so einmahl unter dem arm, wieder über ihn soll, so würde eine penetratio dimensionum nöthig seyn, es sey denn, dass jenige bei 16, daran der Däumling angriff, aufwärts beweglich sey, nicht aber niederwerts, damit es dem aufgehenden Däumling weiche, von dem niedergehenden aber hinabgedrückt werde. Es kan ohndem ein stück hart holz, so vielleicht mit Eisen beschlagen, an den arm bei 16 angehefftet seyn, dem diese beweglichkeit zu geben. Eine gleichmässige Bewandtniss hat es mit dem andern Däumling und Baum. Ein gleichmässiges wird bey dem Kreuz und Baume nöthig seyn, dass nehmlich ein Holz am Baum befestiget, so aber beweglich, dass es dem auffgehenden Kreuz nachgebe.

Allein indem ich dieses schreibe, fällt mir bey, wie zu der sach noch kürzer zu gelangen und ein grosses theil der weitläufftigkeit abzuschneiden, also dass die stehende welle alsbald durch ihren umbgang die langen bäume treibe, und das oblonge radt 1. 2, samt den stämpeln 1. 2 und

3. 4 abgebe. Zum Exempel ein arm 29. 30 perpendiculariter in die stehende Welle *RS* gesezet, kan ja vermittelst des halben Kreuzes 28. 16. 17 den Baum 16. 17. 18 umb das centrum 17 herumb bewegen, wie begehret wird, gehet auch, nachdem solches verrichtet, einen andern weg und hindert 16, wenn es wieder in die Höhe gehet, am Rückgehen gegen 31, und weiter gegen 32 kondte der arm 29. 30 den andern baum 24. 25. 26 vermittelst eines andern halben kreuzes, doch welches nicht neben, sondern oben, ebenmässig bewegen. denn also thut der motus contrarius eben den effect. wofern dergestalt zwey ein kreuz machende Haspelbäume in der stehenden Welle wären, als 30. 32 und 31. 33 und die Last 19 gienge geschwind wieder hinab, würde in einem umbgang der stehenden welle der Hin- und Hehrzug des gestänges zweymahl geschehen.

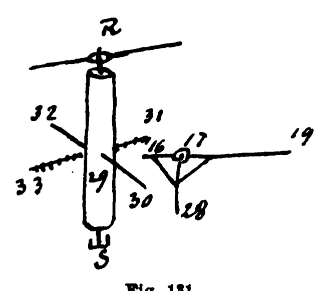


Fig. 131.

Weilen aber solche Verdoppelung uns nicht anstehet, sondern vielmehr das absehen ist bei s . . . . .[1]) wieder mit etlichen umbgängen nur den ordinären Zug zuwege zu bringen, überdiess 29 ausser des Hauses 28 darinnen seyn müsse, daher die windtmühlenflügel, wenn sie nach dem Bleyel zu standen, zwischen 17 und 19 anstossen mochten, bey der bereits gebauten Windtkunst sich auch unter der stehenden Welle ein krummer Zapfen oder Kurbe befindet, als würde folgender modus wohl der beste sein.[2])
Der krumme Zapfen 34 schiebet den bleyel 34. 35 zum Hause hinaus, alwo er unter den Windtmühlenflügeln hingeht. Dieser Bleyel stösset mit der rolle 36 auf das halbe Kreuz bey 28 und beweget damit den langen Baum 17. 19 in die Höhe, im Rückgehen gehet der Bleyel mitsamt der rolle 36 etwas auff die seite und einen andern weg, als er kommen und hindert dahehr nicht, das 28 wieder durch niedergehen des langen Baumes zurückgehe. Gedachte Rolle 36 treibet im Rückgehen das halbe Kreuz des andern langen Baumes 24. 25. 26, welches halbe Kreuz aber, wie gedacht oben, damit in die Ruhbewegung des Bleyels 25. 26 gehoben werde. Es köndte auch die rolle 36 etwas schieff gestellet werden, denn ▯, so parallela horizonti und perpendicular auffs halbe +, dienet zum schieben des halben Kreuzes 28. Wenn aber die rolle aufrecht stände und dem horizont perpendicular wäre, so diente sie zum wenden der Bleyell; weil nun beydes geschehen soll und das wenden wenig, der Hub aber viel,

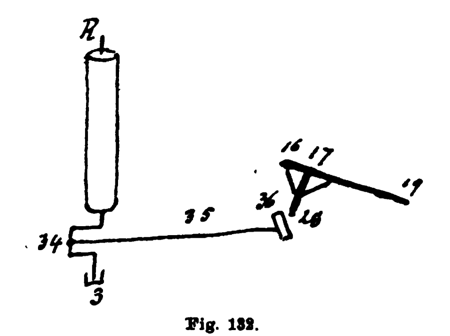


Fig. 132.

1) Unleserlich, wohl: bei solcher Windtkunst.

2) Unter die Figur ist geschrieben: Der Baum, so im Hingehen des Bleyels gehoben, wird, als er müsste, angreifen am fernesten ende des vollen Kreuzes, nehmlich 22, die aber im Hehrgehen gehoben, wird aussen am nahesten ende des Kreuzes 20 angreiffen, wiederum nach jener zur rechten und dieser zur linken.

als köndte die rolle also gewendet werden, dass sie inclinata ad horizontem, doch wieder vorwärts. Es wäre dann so zu tun, dass das angewege, darauf sie ruhet und damit sie an dem bleyel fest, sich etwas horizontaliter lenken köndte, oder dass bey 28 dasjenige, daran die rolle angreifft, sich um axem perpendicularem 17. 28 könne herumbdrehen, wenigstens dasjenige Theil, so angegriffen wird, wenn der Bleyel sich am meisten wendet, oder welches das äusserste, so köndte nur die rolle an ihrer walze etwas hin und hehr gehen, zumahlen ie länger 34. 36, ie geringer ist die wendung. Nun ist noch übrig ausszumachen, dem arm des halben Kreuzes 28 einen solchen schnitt oder form zu geben, dass die resistenz oder Hebung der Last allezeit gleich sey, ohngeacht der Bleyel ungleich schiebet und die Last ungleich steiget. Welches dann sowohl durch den Versuch, als durch die Geometrie zu determiniren, wenn wie die tangentlinie der krummen Linie 17. 28 einen sehr stumpfen winkel zu der Linie des Bleyels 34. 36 machet, dahrbei der Bleyel wenig, ob er gleich viel schiebet und ist also der alzuviele Zug dadurch zu recompensiren und die Arbeit gleich einzutheilen, was aber 17. 28 vor eine krumme linie seyn müsse, wäre eine questio Geometrica satis curiosa et utilis in re mechanica.

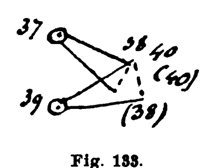


Fig. 133.

Endlich ist noch diese Hauptconsideration hierbey übrig, dass im niedergehen des Gewichtes 19 der Widerstand continuirlich wachsen muss, bis endlich solcher widerstand dem Gewicht überlegen sey, und solches stillstehn machte und alda aber auch der Hub zu ende sey. Welches sonst nöthig, denn auch wenn der wiederstand gleich bleibet, und das gewicht allezeit, wie anfangs, überschuss behält, so muss es nothwendig einen schwung gewinnen, welcher sich immer vermehrte, und wenn es dann auf einmahl stehn soll, so wird es nicht allein prellen, sondern es ist auch eben dieser schwung dadurch verloren, und hat man dem gewicht vergebens soviel Krafft gegeben, da sie nicht gebraucht werden soll; wenn sie sich aber gerad mit dem Hub consumirte, so ist ein Zeichen, dass alles gut proportionirt. Die resistenz nun kan man aus folgendem fundament continuirlich wachsen machen: umb das centrum 37 gehet der arm 37. 38 und soll umb das centrum 39 treiben den baum 39. 40. wenn nun 40 kommen nach (40), so komt 38 nach (38), so zwischen 39 und (40), greifft also 38 immer näher am centro 39 an und findet also immer mehr resistenz, so alhier gehörig zu appliciren.

Anmerkung. Diese Arbeit verdankt ihre Entstehung den ergebnislos verlaufenen Versuchen, die Leibniz an einer Clausthaler Grube zum Zwecke der Hebung der Wasser mit Hilfe der Kraft des Windes angestellt hat. Er war auf folgende Weise zu ihrer Ausführung gekommen:[1]) Mit dem fortschreitenden Bergbau des Oberharzes stellte sich je länger, je mehr ein sich in sehr unliebsamer Weise fühlbar machender Mangel an Aufschlagwassern, an Wasserkräften für den Betrieb der Schachtpumpen ein, und Leibniz machte den Vorschlag, diesem Übelstand durch die Kraft des Windes abzuhelfen. „Da kein Mittel und Gelegenheit zu mehreren Tagewassern für

1) v. Trebra, Des Hofraths von Leibnitz misslungene Versuche an den Bergwerksmaschinen des Harzes. Bergbaukunde Bd. I, Leipzig 1789, S. 305 ff., vgl. auch Gerland, Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1898, Nr. 24 und 26.

die Bergwerke zum Clausthal ist", schrieb er[1]), „so will ich demselben für Wasser nöthige Zeiten mit einer avantageusen Invention zu Hülfe kommen und vermittelst der Conjunction des Windes und Wassers, die Gruben dergestalt zu Sumpfe halten[2]), dass eine notable Quantität der Erze mehr als sonsten mit ansehnlichen Vortheil des Bergwerks nach Abzug der Kosten gefördert und herausgebracht werden soll. Ich bin erböthig zu dem Ende eine Windmühle an einem schicklichen Orte auf meine Kosten anzulegen und damit ein Jahr über eine Probe zu thun, woraus man wird abnehmen können, dass dergleichen auch bey andern Gruben, sie mögen seyn alt und tief, oder neu und untief, hoch oder niedrig respectu des Windes gelegen, zu grossem Nutzen des Bergwerks werde zu appliciren seyn." Trotz der von dem Clausthaler Bergamt erhobenen Zweifel an der Ausführbarkeit des Angebots kam ein Vertrag am 14. April 1680 zustande, wonach Leibniz eine solche Maschine ausführen und ein Jahr auf Probe arbeiten lassen sollte. Bewährte sie sich, so sollte er alljährlich zeit seines Lebens von dem Bergamt 1200 Rtlr. ausgezahlt erhalten. Daraufhin teilte Leibniz seinen Plan mit. Er beabsichtigte[3]) „die von den Kunsträdern abgefallenen Aufschlagewasser in einem unter denselben liegenden Behälter zu sammeln und aus diesem durch Windmühlen in einen andern oben liegenden Behälter in die Höhe zurück heben zu lassen, woher sie auf die Kunsträder gekommen waren". Die Gründe aber, aus denen er bis zum Abschlusse des Vertrages seine wahre Absicht verheimlicht hatte, teilt er dem Bergwerksdirektor am Harze mit folgenden Worten mit[4]): „Vous verrés, que j'ai entendu la combinaison du vent et de l'eau un peu autrement qu'on n'a crû, et que j'ai eu raison peut-être de ne me pas allarmer des objections, et de dire dans l'écrit, que je donnai un jour sur le champs à l'assemblée, que je croyois avoir un moyen general et sur, pour les retrancher tout d'un coup. Mais je ne voulois pas encore m'expliquer: cependant mes paroles sur tout dans ma proposition ont été formées exprés en sorte qu'elles se puissent appliquer à ce dessein."

Für eine so einfache Lösung der Aufgabe, die das Bergamt für unausführbar gehalten hatte, schien diesem der Preis von 1200 Rtlr. zu hoch, und es suchte sich von seinen Verpflichtungen loszumachen. Um dazu zu gelangen, berief es sich darauf, daß Leibniz ihm eine durch Wind getriebene Pumpmaschine in Aussicht gestellt habe, und stellte die Forderung, daß ihm eine solche zu übergeben sei. Leibniz fand sich bewogen, dieser Forderung nachzugeben, offenbar reizte ihn auch die Schwierigkeit der Aufgabe. Er ließ nach seinen Entwürfen auf der jetzt längst außer Betrieb gesetzten Grube Catharine die nötigen Maschinen aufstellen, hatte aber in einer Weise mit der Ungunst der Witterung und, was schlimmer war, mit dem Widerwillen der Grubenbeamten und Arbeiter zu kämpfen, daß je länger, je weniger auf einen günstigen Ausgang zu hoffen war und man endlich infolge beiderseitiger Ermüdung am 30. März 1686 der Sache durch einen Vergleich zur Regelung der Kosten ein Ende machte.

Der Anfang der obigen Arbeit beweist, daß Leibniz dieses Mißlingen durchaus nicht für einen Beweis der Unbrauchbarkeit seiner Idee ansah. Er

1) v. Trebra, a. a. O., S. 308.
2) Bergmännischer Ausdruck für: gehörig auspumpen.
3) v. Trebra, a. a. O., S. 312. 4) v. Trebra, a. a. O., S. 314.

führte sie vielmehr mit Eifer weiter, und die Richtigkeit und Zweckmäßigkeit der von ihm ausgearbeiteten Entwürfe ergibt sich aus dem Umstand, daß die Mittel, die er zur Anwendung bringen wollte, die er aber nie bekannt gegeben hat, gegenwärtig Gemeingut der Technik geworden sind. Findet sich darunter doch das Prinzip, die Geschwindigkeit der Kettenübertragung bei veränderlicher Geschwindigkeit der Kraftmaschine durch Anwendung kegelförmiger Rollen gleichmäßig zu erhalten, das bei Fördermaschinen, das Prinzip der zeitweiligen Unabhängigkeit einzelner einander bewegender Teile einer Maschine, das bei der Wasserhaltung, und das Prinzip des Gewichtsakkumulators, das bei Pumpmaschinen in ausgedehnter Verwendung steht. Über die Sache selbst spricht sich ein so kompetenter Beurteiler, wie v. Trebra folgendermaßen aus[1]: „So war durch das Abweichen vom ersten Vorschlage, der so ungemein viel Nutzen in sich enthielt, so leicht ausführbar war, der glückliche Ausgang schon halb verloren. Daß die sogenannte Hauptwindmühlenkunst auf der Catharine zuerst gebauet ward, die zwo andern Windmühlen, die den Nutzen des eigentlichen Leibnitzischen Modi beweisen sollten, wahrscheinlich gar nicht einmal bis zum Dienst leistenden Umgang kamen, machte vollends alles verlieren."

102. [1 Blatt 2°.]

20. April 1685 pro Oelmann für eine Wkunst.

rs bremsräder. Eisern Seil geht über sich über die beyden rollen *cd*, damit beim arbeiten die Welle leichter und nicht niederdrücke. *e*, *f*, *g* Drei Rollen, darauff die Welle umbgehet.

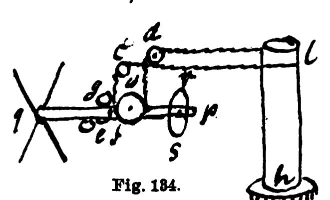


Fig. 134.

Weilen die stehende Welle *lh* in der Mitten und das eiserne Seil *ed* umb selbige gehet, so kann die Welle *pq* samt den Flügeln *q* und dem ganzen Hause *deq* herumb gedreht werden, ohne dass solches die Bewegung hindert. das seil wird von der Welle *pq* vermittelst einer unbeweglichen Scheibe *w* umbgezogen, deren . . .[2]) einer Seite grösser, als der der andern, desgleichen auff der stehenden Welle bei *l*, damit man die Geschwindigkeit mehren und mindern könne. An der Scheibe *w* oder bey *l* hat die Kunst ein V-Zeichen, in welches sich das Seil lege. ratio der Kurbel. die armen des eisernen . . .

das gehäuse *cde* liegt mit dem beweglichen Kranze *aa* auff dem unbeweglichen *bb*. Es ist aber das gehäusse unten nach aussen gefasset bey *ef*, damit es nicht kippen können. *lh* ist die stehende Welle.

Fig. 135.

Die flügel oder bäume (daran die Sprossen) kan man beweglich machen, dass sie ohne ab- und ankleiden zu richten. Zum unbdrehen sehr simpel. Die Schnecke oder Schraube *E* geht umb nach der Ordnung ☉☽. davon geht auff der einen Seite

1) v. Trebra, a. a. O., S. 316 mit einigen Kürzungen.
2) Unleserlich, wohl diameter.

das Kranzrad von *a* nach *b*, das getriebe von *c* nach *d*, das grosse horizontale Kamrad, in welches das getriebe greiffet, von *e* nach *f*. Und auff der andern Seite das sternrad von *g* nach *h*, das getriebe von *l* nach *m*, das gedachte grosse Kamrad von *n* nach *o*, welches den Weg von *e* nach *f* zutrifft.

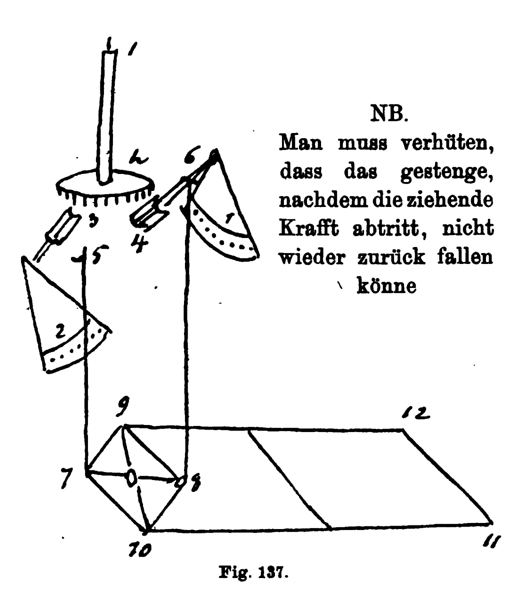
Die Schraube ist fest am Wellbaum daran eine kleine horizontale Windtmühl mit gegen einander gehenden schirmen, vermittelst deren das Dach allezeit in Wind gedreht wird.

Das grosse horizontale Kamrad ist unbeweglich und fest.

Hauptbewegung, vermittelst welcher auch der gelindeste Wind das Wasser mit schnellem Zug und doch auss der grösseren tieffe heben kan, nur das die interpositae quietes grösser, wenn der wind geringer. Inventum mirabile et summi momenti.

Fig. 136.

Die stehende Welle *lh* vom winde getrieben, treibt umb die grossen mit gewicht beschwehrten Theile der schwenkräder 1. 2 vermittelst des Kamrades *h* und der getriebe 3, 4. nach dem die schwenkräder hinauff getrieben, fallen sie auff der andern seite wieder hinab, und im hinabsteigen heben sie mit Däumlingen die stangen 5, 7 oder 6, 8 und bewegen also das Kreuze 7 9 8 10 der feldkunst 9. 10. 11. 12 hin und hehr. Damit das rad *h* bey den getrieben 3 (oder 4) und denen schwenkrädern, welche sie auffheben anfangs leicht, dann schwehr, letzt wieder leicht gleichen Zug verursachen, *h* ist ein oblong radt, dessen diameter *h*, 13, viel kleiner, als der diameter 14, 15 und treibet umb die welle 3, welche gleich dick, aber die Zähne schraubenweise gesezt hat 16, 17, 18, 19, also dass theils nahe bey dem Mittel des rades *h* gehen, als 19, 20, theils weiter davon als 16. 17. (Es gehen aber alle Zähne 16. 17. 18. 19. 20 perpendiculariter auff die Axen der Welle 3 zu)



NB.
Man muss verhüten, dass das gestenge, nachdem die ziehende Krafft abtritt, nicht wieder zurück fallen könne

Fig. 137.

Die Form des oblongen rades muss man determiniren, damit der Zug soviel thunlich leisere werde

F ig. 138.

und dergestalt können sie allezeit von den Kämmen des rades *h* erreichet werden, als 14 erreichet 16, aber 13 erreichet 20. Es muss aber also angerichtet seyn, dass das rad *h* einmahl, wie das andere an das Rad 3 griffe, theils an dem rade 3 ist angezähnet, umb nachdem 20 nach 16 getrieben und an die stelle von 16 komt, so sindt die Zähne 16, 17, 18, 19, 20 auff der einen seite und ist oben die ledige seite, also dass das rad *h* mit seinen Zähnen am ledigen orthe des rades angreift, so lange biss der Zahn 16 wieder an die Stelle 16 komt, alda er in der Figur, und wird also wieder angegriffen, bis 14 oder 15 auff ihn trifft, die andern also zu kurz gehen ...

Anmerkung. Der vorstehende Entwurf ergänzt den ersten unter 101 beschriebenen. Nach ihm sollte die Windkunst gebaut, in Clausthal ausgeführt werden. Über seine Deutung, sowie weitere von Leibniz für Verbesserung der Treibewerke angestellte Versuche siehe meine Arbeit in Berg- und Hüttenmännische Zeitung, 1900, Nr. 27 und 28 Treibarbeit nennt man auf dem Oberharze die zur Förderung des Erzes nötige Arbeit. Der Name stammt noch aus der Zeit, in der dies mit Hilfe des Göpels geschah, wobei die ihn in Bewegung setzenden Pferde fortwährend angetrieben werden mußten.

103. [Zeichnung mit Notiz.]

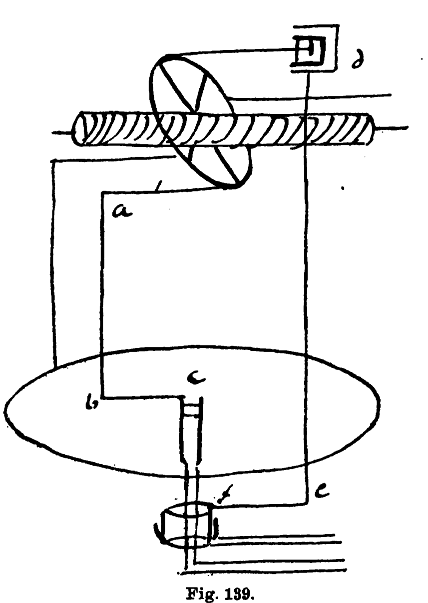


Fig. 139.

Wie der Mittelpunkt mit umbgehenden Windkasten ohne stehende Welle zu erhalten.

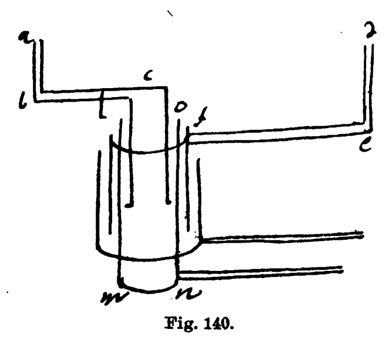


Fig. 140.

Anmerkung. Die zweite Figur ist auf dasselbe Blatt wie die erste gezeichnet, deshalb hier mit aufgenommen, obwohl sie wohl eher zu Nr. 95 gehören möchte. Eine Beschreibung ist nicht vorhanden.

104. [1 Blatt 4°.]

Thal *AB* zwischen der Cathariner Windkunst und den Herzberger Teichen ist abgemessen worden. — Von *CE* herab nach den Teichen zu längs perpendiculariter 21 schuh 4 Zoll, *EG* desgleichen nach der Wind-

kunst zu. aber röhre *DE* oder *FE* giebt perpendicular Höhe 5 schuh 7 Zoll weniger, so man wieder hinab gewogen, also bleibt 15 schuh 17 Zoll, oder $2\frac{1}{2}$ lachter weniger 8 Zoll. Wollte man nun in *A* einen Damm stossen 15 schuh 7 Zoll hoch, würde das wasser im thal komen bis *H*; will man es stauen lassen bis in den Winkel *B*, müste man noch 3 Zoll den Damm aufführen. Man hat bei der abwegung sich einer schnur bedienet von 30 schuh lang, daran die wasserwage gehanget, also von einem stand zum andern den Unterschied der höhe gemessen.

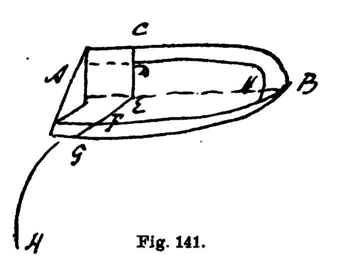


Fig. 141.

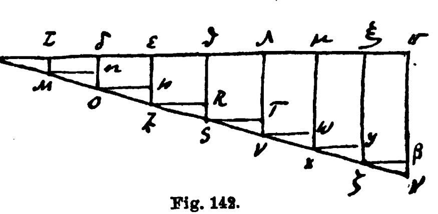
Von[1]) *C* nacher stationen

	1	2	3	4	5	6	7	8
	3 schuh 3 Zoll	2,10	1,3	3	2,4	2,4	2,10	3,6
	LM	*nO*	*pZ*	*RS*	*TV*	*Wx*	*yζ*	*βγ*
summa	3,3	6,1	7,4	10,4	12,8	15	17,10	21,4

tem von *C* nacher *D* wieder herab 3,1. 2,8 minus 3,1. 5,9

von *E* nacher *G*.	4	3,9	3,4	1,6	3	2,4	3,5	−3,1	2,8
Sum̄a	4	7,9	11,1	12,7	15,7	17,11	21,4	−3,1	5,9

item von *G* nacher *E* wieder herab 3,1. 2,8.


Fig. 142.

Acht stationes waren von *e* nacher *i*, davon 2 wieder zurück, bleiben 6, 7 stationes von *E* nacher *G*, davon zwei zurück, bleiben 5, Nun 6 und 5 thut 11 stationes, iede von 30 schuhen; gesezt, es waren 32 schuh oder 2 ruthen, so wären 28 ruthen weniger 11 mahl 2 ruthen oder weniger 22 schuh, das ist weniger 2 ruthen und 6 schuh, thut 25 ruthen 6 schuh. Die länge des Dammes, oder dessen inhalt muss aus der abhängung und distanz der stationen intentiert werden. Graben *GH* umb den berg herumgeführt, so das wasser, das der wind bey *H* herauffbringen soll, empfanget und nach *G* führet, hat 28 stationes, iede von 30 schuhen, sind 56 ruthen weniger 36 schuh, d. ist weniger 3 ruthen und 8 schuh, thut 52 ruthen und 4 schuh.

Abwegung: 2 stangen *AB*, *CD*. abhängiges Land *BD*, schnur *AC*, welche horizontal vermittelst der angehängten Wasserwage *FH*. gesezet, und *AB* sey 1 schuh und *CD* 3 schuh, so ziehet man von *CD* ab *CE*, gleich so viel als *AB*, nehmlich 1 schuh, bleibt *DE*, welches ist der fall, oder umb 2 schuh, wie *D* tieffer, als *B*.

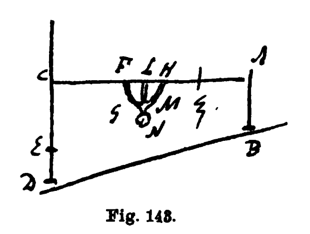


Fig. 143.

Die Wasserwage *FH* hanget an der schnur mit eingebogenen Krampen, so dass man sie

1) Hier an die Seite geschrieben: bei *C*, *D*, *E*, *F*, *G* sind pfähle eingeschlagen, längs des grabens allemahl vor 2 stationen vier pfahl eingeschlagen.

leicht hinein und heraushangen; ist ein halber Zirkel *FMH* mit graden, daran gehet in der Mitte herab *LM*, an *L* hanget das Loth oder die Bleywage *LN*, welche wenn sie recht auff *M* trifft, so ist die schnur horizontal. Wenn man durch viele stationes gemessen, kan man zur probe von einem ende zum andern sehen und 2 stangen nicht weit von einander stecken; in gerader Linie auff *S*, weil *Q* und *S* die beyden enden; erst mit der schnur abwegen die enden, finde *q* und *r* mit einander horizontal, alsdann etwas hineingesteckt und alsdann fortgesehen von *q* über *r* nach *S*. *S* und *q* gleicher Höhe, so weiss man, dass *p* und *t* horizontal, wenn es zutrifft; so soll man auch von *S* wieder zurück sehen.

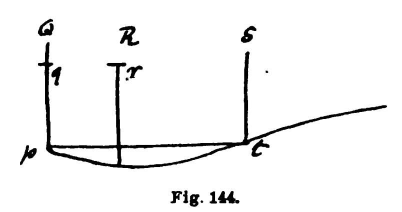


Fig. 144.

Anmerkung. Der noch vorhandene Hausherzberger Teich liegt oberhalb der früheren Grube Catharina. Die mitgeteilten Messungen beweisen, wie ernsthaft es Leibniz mit seinem ursprünglichen Entwurfe nahm, und daß nur die überaus ungünstigen Verhältnisse seine Ausführung verhindern konnten.

Probleme der Schiffahrt.

105. [3½ Seiten 2°. Ziemlich gut geschrieben, jedoch mit viel Korrekturen.]

1684 Maii.

Aestimare vim venti vel fluminis velocitatem aut navis in aqua non currente, ope penduli.

Sit aquae superficies *AB*, corpus pendulum *D* affixum filo *CD* in *C* vel extra aquam, modo ipsum pendulum *D* sub aqua sit. Constat pendulum *D* certo aliquo in situ *CD* ab impetu fluminis sustineri, angulo scilicet *CDE* ad perpendicularem *ED*. Sit *CE* horizonti parallela, erit velocitas, quam flumen mobili *D* imprimit, dum ipsum secum rapere conatur, recta parallela ipsi *AB*, vel *CE*, (Suppono enim *AB* ab horizontali notabiliter non differre) ad velocitatem, quam gravitas ipsi imprimit, ut descendat in recta *ED*, ut *CE* ad *ED*; unde *D* conabitur tendere directione et celeritate *CD*, cumque à filo retineatur quiescit, tanta autem vi tendetur filum. Hinc cum *ED* possit concipi semper eodem quocunque existente angulo *CDE*, tantum longiore vel breviore sumto filo *CD* patet velocitates aquae fore, ut *CE*, tangentes angulorum, quos filum penduli aquae cursu sustentati facit ad perpendiculum. Subest tamen exiguus error, quatenus linea cursus *AB* non est parallela Horizonti, sed nonnihil inclinata, quem corrigere possemus, si res esset tanti. Imo si linea debeatur realis in navi parallela superficiei aquae, seu limiti partis navis mersae et extantis, eique parallela fiat *FH*, cessat hic error. At in mari, quod omnino planum supponitur, nulla hic quidem difficultas interveniet. Quare summè utile erit pendulum ad aestimandum navis cursum adhibito non tam filo, quam regula, ut angulus exactius

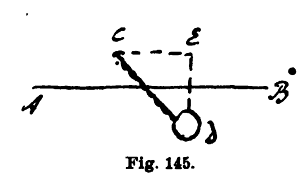


Fig. 145.

habeatur; ut verò ipsius regulae pondus turbare nequeat, sit ita excavata, ut cum aqua sit in aequilibrio.

Sit ergo navis *CN*, cuius cursus linea in superficie maris *AB*, et circa punctum aliquod navis *C* in plano *CED* mobilis regula *RCD*, quae inferiore parte, cui affixum est grave pendulum *D*, in aquam procurrit. Sit *CF* perpendicularis horizonti et *CE* parallela in suas partes divisa. patet, regulae *RCD* partem *CR* supra *C*, secantem *FH* in *G*, abscindere *FG*, tangentem anguli *GCF*, adeoque metientem velocitatem navis. quod si praeterea ponamus, in *FH* esse venam, in qua sit mobilis cursor, quem *CR* secum ultro citroque ducit, et ex hoc cursore, eminens acus impingens in chartam supra imminentem, quoties ea deprimitur, quae charta ab uniformi quadam machina pondere aliquo vel elaterio mota aequalibus temporis intervallis deprimitur et promovetur, et poterit in charta illa lineis ipsi *FH* parallelis numerisque interstincta notantibus, quae chartae pars quo tempore ipsi *FH* imminuerit, perfectè sciri, quae quovis tempore fuerit navis velocitas, si jam diligenter praeterea notati habeantur numeri una cum declinatione magnetis, ut sciatur etiam navis flexus. tunc perfectè quantum ab hoc Methodo sperari potest, cursus navis delineari poterit haberique locus, ad quem pervenit. in quantum scilicet non turbant currentes in ipso mari. Video etiam, nihil nocere, [si] regula ipsius ponderis licet materia eius cum aqua aequilibrium non servet. Uti certè vitari eius consideratio per cavitatem regulae non posset ob partem regulae modo majorem, modo minorem supra aquam extantem. Sed nihil id regulae pondus nocet, qualecunque enim sit vis eius, proportione in *D* translata intelligi potest, ut ibi cursui aquae resistat, seu res semper eodem redibit, ac si regula pondere carens eiusque loco pondus aliquod novum ipsi *D* appensum intelligatur. jam ponderis ipsius *D* magnitudo nihil variat in angulo, etiamsi continuè variata ponatur.

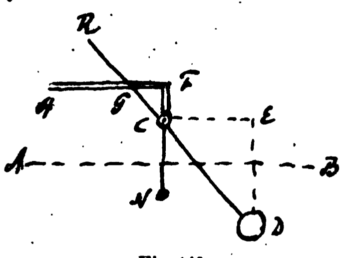


Fig. 146.

Notari hoc quoque meretur, si *AB* ponatur esse libella seu superficies fluminis et adhibeatur corpus *D* excavatum, quod ejusdem cum aqua sit gravitatis specificae, quo casu nulla ratio gravitatis eius habebitur, cum in quovis loco fluminis quiescat, ergo corpus *D* a flumine elevabitur, donec portio eius extet extra flumen.

Si corpus natet in aqua, manifestum est, partem extantem esse in aequilibrio et parte aquae, quam summersa ejecit, adeoque centri gravitatis extantis partis distantiam a superficie aquae, ductam in partem extantem, aequari distantiae centri gravitatis partis summersae, ductae in partem summersam multiplicandam prius per rationem gravitatis specificae corporis natantis ad gravitatem specificam aquae.

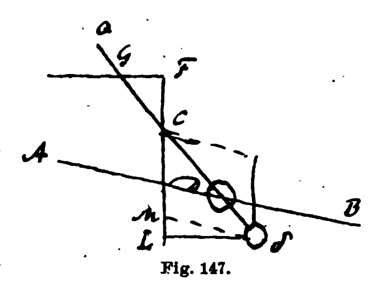


Fig. 147.

Si prisma aliquod in aqua natans uniformis gravitatis una superficierum parallelarum imponatur aquae currentis videndum, an inter natandum maneat superficies aquae parallela. quo posito tantum oporteret prisma aliquod, ut asserui, aquae currenti imponi et in eo perpendiculum collocari, et perpendiculi ope in circulo aliquo gradibus diviso haberi posset aquae inclinatio.

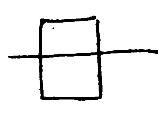


Fig. 148.

Sed accuratius haberi poterit ex ipsa cursus velocitate, sed adhibita Algebra assumenda quaesitam tanquam datam. Nimirum sit δ pendulum, $L\delta$ horizontalis, $M\delta$ parallela superficiei aquae, deturque angulus $M\delta L$, hinc datur velocitas fluminis. pono enim sciri datis inclinationibus, quae sint velocitates seu quae ratio virium cursus[1]) ad vires velocitatis. Ergo quae ratio $M\delta$ ad CM, ergo ob datam $C\delta$ datur angulus δCM, seu FCG. Sed is datur etiam ob experimentum, habebitur ergo aequatio, cuius ope invenietur inclinatio, quam assumsimus.

Verùm contra totam istam speculationem ipsamque Machinationem tam pulchram paginae superioris occurrit difficultas improba, quod scilicet vis gravitatis cum impetu fluminis non videtur posse comparari, quia initium gravitatis respectu concepti impetus ab aqua quasi infinitè parvum. si respondeas, nec in aqua conceptum impetum, sed solum gravitatem conari debere, refelleris, quia in ipso actuali lapsu quamdiu continuato magis aliquid deprehenditur. idem est venti, qui pendulum in aliquam altitudinem elevatum actu aequo, quo navis, sustinetur, . . .[2]) accuratius exploranda.

Ut experimento determinetur, quinam anguli pendulorum in aqua quibus velocitatibus respondeant, sit canalis longus horizonti parallelus $ABCD$ aquam continens, in cuius duabus crepidinibus AB, DC crena inest. incedere possint duae rotulae E, F, communi axe connexae, circa quem sint mobiles, cuius axis medium H trahat funis HG, rotae G circumactus tractus ipse. Tantum opus est, ut motus sit uniformis continuus, quem non puto alia melius ratione haberi posse, quam ope vasis intra L perforati, quod aquae sufficientis, vel etiam abundantis affluxu semper plenum maneat, unde aequalis semper aquae pressio erit, praesertim, si in summo cursus fit nonnihil angustum. Ac enim inaequalitas plenitudinis ob affluxum nimium parum erit notabilis. Aqua autem effluens continuè ducatur in rotam, quae cum rota G ad eundem axem sit firmata, rota autem M asperata esto, ut facilius circumagatur, sed exiguis interfissuris, ut aequabilior sit motus. ita post primos aliquot circumactus rotae, mox aequabilis motus reddetur rotae M vel G circularis, adeoque et motus axis FE, rectus, cum axe autem movebitur pendulum rigidum, seu regula circa axem FE

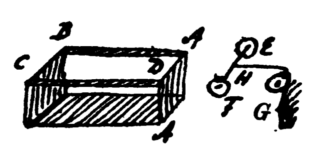


Fig. 149.

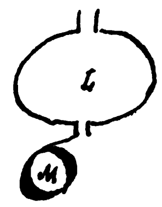


Fig. 150.

1) Hier ist am Rande bemerkt: licet autem regulae, quam diximus, locum non haberent tangentesque non metirentur velocitates, tamen experimentis determinari posset, qui tangentes quibus velocitatibus respondeant; quod perficeret ad praxin. 2) Abgerissen, wohl vis.

mobilis pondus infra affixum habens, quod aquae immergitur, angulus autem seu potius tangens anguli apparebit modo supra dicto.

Illud etiam dubitabile adhuc in re tam obscura videtur, utrum eodem existente pondere eademque velocitate idem sit angulus, imò contrarium videtur esse verius. nam et ventus elevabit altius perpendiculum leve, quam grave. Hinc etiam turbatio erit, quia ob regulae ipsius plus minusve immersae pondus (quod non potest negligi, quia regula, quae pondus magnum sustinere debet, ipsa non contemnenda esset) illo ipso determinato perpendiculo, quo in mari aut flumine uti volumus, prius in canali sumto cessat et hoc difficulter imò videtur adhiberi posse in canali exiguo perpendiculum ponderi alteri majori aequivalens, quoniam majus quidem debet esse firmius et adeò ponderosius per se, sed ope compensationis ab utraque parte regulae et excavationis regulae pondus eius satis diminui potest, longitudo autem perpendiculi, si omnia sint proportionalia, nihil videtur immutare.

Operae pretium autem est experimenta hac de re sumi. latent enim hic arcana non contemnenda circa intimam naturam gravitatis, quae ex solis principiis mechanicae communis detegi non possunt. Etiam sine canali possemus experiri jactus aquae horizontalis aut ad horizontem inclinatus vel etiam verticalis, quo angulo quaque vi, in qua altitudine sustineri possit pendulum. item jactus aquae perpendicularis versus Zenith quantum grave sustineré possit. Videtur esse in gravi continua quaedam pulsio sursum et redescensio ex ea orta, quòd aquae fluxus sive jactus non est uniformiter continuus, quemadmodum nec gravitatis ipsius. Sed prout initio major est conatus gravitatis (differt enim pro angulis), eo celerior fit descensio et plus descendit, antequam aqua rursus vires resumat, quàm postea ab aquae vi denuò incandescente sursum pellitur ante vires impellentis iterum imminutas; donec res ad eum angulum deveniat, ubi praecise tantundem duravit, imminutio. impetus . . . .[1]) descendit, quantum eo incandescente ascenderat.

Per motum aquae vel eius loco Mercurii supradictum, dum machina adhibitur, liquor effusus et iterum canali redditur, ubi exuberanter effluit et vas clepsydrae semper plenum tenit, putem porro[2]) satis aequabilem motum effici posse, praesertim, si rota circumacta cursu liquoris effluentis pendulum agitet, cuius ictus deinde numerentur rotâ indice. Quanquam sine pendulo putem etiam in nave satis exacta fore, modo vas ita suspensum sit, ut semper perpendiculare maneat, licet enim parum agitetur, non videtur pressionem magnopere statim immutare, praesertim, cum hoc modo nihil referat, an paululum obliquè aqua effluat, modo eodem semper effluat.

Ad majorem exactitudinem posset etiam addi aestimatio virium venti eodem artificio facta, pendulo scilicet à vento elevato, licet ob majorem venti interruptionem minoremque vim crebrius ne prope continuè mutetur, nihilominus ex plus minusve magno crebroque perpendiculari delapsu de vi venti judicari potest. Ubi tamen notandum ipsam celeritatem navis esse, cum hac vi venti complicatam, eo minus enim agit ventus in perpendiculum, quod cum ipsa navi procedit, quo celerius ei cedit navis. Hîc ergo

1) Unleserlich, wohl impellentis. 2) Leibniz schreibt pō.

etiam subtilis occurret aestimatio. Ex combinatione utriusque videtur sciri posse, utrum currentes maris sese admisceant, tunc enim non consentiet regula derivandi vim venti ex celeritate navis vel contra. Caeterum considerandum simul velorum variè expansorum diversitas, itaque venti observatio ordinariè non erit apta ad usum continuum, sed tamen demum utilis et adhibenda cum currentium suspicio est.

Anmerkung. Die erste Idee, die Stärke und daraus die Geschwindigkeit des Windes durch die Beobachtung des Winkels, um welchen er eine vertikal herabhängende Scheibe hebt, zu bestimmen, findet sich in den Philosophical Transactions. T. II S. 444 vom Jahre 1667. Sie hat Leibniz jedenfalls gekannt. Beachtenswert ist der Vorschlag eines selbstschreibenden Apparates, der hier wohl zum erstenmal gemacht wird.

106. [1 Blatt 2° zur Hälfte beschrieben. Oben an dem Rand befindet sich das Zeichen #, so daß man vermuten möchte, es habe in ein anderes Manuskript eingeschaltet werden sollen.]

Machina Longitudinum sine coelo et magnete in eo tota consistit, ut tum cursus, tum flexus navis designentur. Cursus, dum aër aut potius aqua navi progredienti contranititur rotamque circumagit, cuius circumactiones in aliis rotis decadicis numerantur. Et haec rota circumagenda ita locatur in canali, per quem aqua currit, ut ejus extrema radantur. At rota, quae flexus designat, liberè attingere debet aquam navi subjacentem, ita tamen, ut objecto tecto fluctus excludantur, seu ut polum non sit motum, nisi ob flexum. Eadem rota in medio aquae praetereuntis locata esse debet, ne ab altera parte magis impellatur ac proinde moveatur aliter, quam tempore flexus, et ut res sit securior, sunt plures sibi parallelae, alia sub alia in eodem baculo firmae vel non firmae, quae, si similiter moventur, liberant indicium bonum. Seu secum medium eligendum item adhibenda ratione et altera aliqua sive alia aliqua moveri non possit; nonque possit autem simul moveri nisi ob flexum, item ut flexus solus aperiat aliquid, quod libertatem motus det rotis. Hanc vero rotam vel has rotas optandum esset collocatas[1]) in centro navis; ac navem esse talem, ut semper idem eius sit motus centrum. Sed quia hoc non facilè fieri potest (nisi peculiari navis structura adhibita, quae tamen alias navis exactè persequi non posset nisi alligata, sed alligatae perdent centrum) ideò excogitandum aliud remedium, scilicet sumtarum plurium rotarum in eadem linea longitudini navis parallelae (vel in diversis) cognita distantia. Ex quarum varietate collata perspiciatur, quod tunc fuerit centrum motus. Et per consequens, quantum flexus excentricus, rotae flexus differat à flexu navis. Sed verendum valde est, ne impetus ille, qui navem tam mirificè jactat, rotae flexum perturbet, exactissimè semper regat observetque flexum navis. Sed ut hoc facere possit, opus est, esse semper rem immobilem, quae efficiat, ut flexum ab ea notari possit. Breviter si quis homo haec semper exactè notet adhibitis observationibus poli, declinationis magnetae, is potest continuè praecisè determinare locum navis. Non igitur nisi diligentia opus est rectoris seu gubernaculum tenentis, sed exactis ingentibusque Quadrantibus ad eam rem

1) Hierüber ist geschrieben: centrum navis est in gubernaculo.

opus aliquo exacto horologio, dummodo observetur eodem tempore, quo ille vel ille flexus fit, tantum spatium decursum esse, etsi ignoretur exactè quanto tempore, dummodo esset eodem. Semper gubernator aut videbit aliquod immobile, aut saltem sciet declinationem loci magneticam ad exactè determinandum gradum flexus. Imò in ipso gubernaculo sentire potest, cum ab ipsomet dependeat, quantum navem flectere velit. Sed si verum esset Experimentum Meridiani universalis Grandamitiani[1]) possemus illa cura supersedere. Nunc verò quoniam id nondum mihi satis exploratum est, etsi Cartesio[2]) quoque credibile videatur, ideò alia ratio indaganda. Manifestum est, acum magneticum, quia dato momento flexus navis quoddam mundi punctum (sive polum, sive plagam nonnihil à polo declinantem) independenter à navi respicit, ideo flexum navis designare posse. Nec refert in centro, an extra centrum conversionis navis sita sit acus. Sunt enim omnes acus eodem tempore sibi parallelae. Ergo et eundem angulum faciunt ad eandem lineam, longitudinem scilicet navis, seu lineam cursus navis. Angulus iste augetur minuiturve pro navis flexu. Et nave se flectente acus retinens directionem suam intuenti in navem flecti videbitur in contrarium, flexus (id est discessus accessusque lineae cursus navis et acus) seu variatio anguli lineae directionis magneticae et lineae directionis navigatoriae fit ob duas causas, vel quia acu retinente eandem directionem variatur cursus navis, variatur directio acus. Priore modo realiter navis discedit ab acu, posteriore acus discedit à navi. Sed discrimen sensibile in ipsa navi hoc est, quod omnis variatio orta ab acu, fit tractù temporis et insensibiliter, v. g. uno die vix unum gradum notabiliter declinat.[3]) Hinc fit etiam, ut non misceantur invicem variationes dato momento, seu ut nunc nullus sit flexus, compositus ex flexù navis et acus, quia flexus acus per se est insensibilis exiguo tempore. Quare principium habemus sensibile discernendi flexus navis et acus et per consequens inveniendae declinationis magneticae pariter et flexus navis sine ulla coeli observatione, etiamsi Experimentum Grandamici irritum sit. Cum tamen, ne illi quidem, qui ut Newtonus, Zucchius [?] aliique declinationum ope nobis longitudines promisere et sine observatione coeli praestare possent, quia aliter non possunt nosse declinationes magnetis sine artificio, quod nunc propono.[4]) ex hoc patet multa, quae longe quaerimus, inveniri posse, si tantum exactè instrumentis et patienter operari vellemus. Duobus jam modis possumus haec notare, partim homine adhibito (aliis sibi per vices succe-

1) Jacques Grandami, Jesuit, 1588—1672 schrieb 1645 Nova demonstratio immobilitatis terrae petita ex virtute magnetica.

2) Leibniz meint wohl den § 169 von Cartesius' Principia Philosophiae. Amstelodami MDCXCII. S. 203.

3) Späterer Zusatz am Rande: Residua omnis difficultas est in applicando compasso ad Navim. Id forte singulari quadam arte fieri possit, ut scilicet machina, quaenam non moveatur, nisi motu conspirante.

4) Späterer Zusatz am Rande: NB. Res rectè intelligenda est: datur quaedam mutatio acus insensibilis, quae non est ab acu, etiamsi navis in eadem manens lineâ rectâ. Ut cum navis movetur in alia linea quàm Meridiano aut parallelo. Interim illud quoque verum est, omnes mutationes linea cursus navis, tractibus quibusdam continuis apparere. Datis autem omnibus istis angulis datur navis flexus, quo collato cum Hydrographo incorrecto fit correctio et inveniri possunt declinationes.

dentibus pluribus, item eodem tempore in diversis acubus attendentibus, ut securius faciliusque res peragatur), partim machina quadam, quae sua sponte haec notet, ut in thermometro seu Baroscopico quodam fecere. Huic potest modus alterus et plures alii inter se conjungi. Id enim certe operae pretium est. Machina autem ita institui potest. Compassus esto *adb* centro *c*. acus magnetica *cd* linea immobilis (secundum apparentiam in navi) seu longitudini vel cursui navis respondens à rostro ad puppem ducta *ab*, ponatur, cursum primò directè in eum locum tendere, quem acus adspicit, seu *ab* et *cd* coincidere. pone navem flectere cursum, is flexus designabitur angulo *bcd*. quia quantum est tamen navis deflecta à linea acus *cd*, tantum videbit acus deflectere à linea navis *cb*. Ut ergo motus ille acus designetur, utile erit stipitem *ick* [adhibere], qui firmus in fundo *i* sustinet compassum *acbd* et centro compassi *c* producitur ultra *c* in *k* ibique sustinet stylum subtilem *kfl* acui *cd* parallelum et cum ea circumeuntem, qui in papyro *mengh* leviter raso arcum describat *fn*, centro *k* arcui *db* centro *c* similem. Quod erit tanto exactius, quanto stylus *kf* erit longior, quantum salva vectilitate fieri potest. Erit autem papyrus immobilis in navi, seu linea *mn* lineae *ab* longitudinis seu cursus navis parallela. Stylus intinctus esse debet colore aliquo liquido, ut levissimo attactu designet subtilitate, quanta pili est.

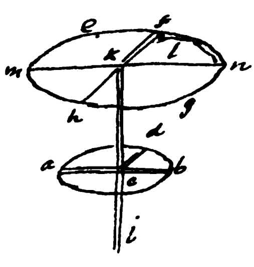


Fig. 151.

Nunc ad declinationem ipsius acus venio, quae et exigua est, et pene insensibilis, nisi per temporis tractum. Id sentietur non uno arcu facto, sed linea quadam spirali, cum . . .[1]) papyrum internum sit in longitudinem mobilis, seu . . .[2]) stylus lineam perpetuam, sed eam declinantem in latus, et quasi rhombicam, non ergo nisi longo chartae tractu consideratione, qui scilicet unius diei spatio procurrit, sentietur flexus. Ex eo ergo discrimen sensibilissimum: omnis flexus, qui in uno arcu designatur, est à navi; qui linea recta inter producendum inclinata est ab acu. Et ne stylus impingens à charta retardetur eae artificium novum, nimirum liquor aliquis subtilis e stylo continuè distillans chartaeque illabens motum flexumque designet. Et procurari potest, ut destillatio sit semper aequabilis, tàm ut continua. Hoc inventum ad determinandas arcus per se sufficit. Principium enim universale et continuum et ab externis casibus independens locum navis designandum praebet: ita si caetera auxilia temporaria, observationes elevationis poli tum per declinationem magneticam, tum per coelum, observatio declinationis magneticae ex coelo sumtae, observatio temporis longitudinumque dierum, flexus navis alio semper . . .[3]) in gubernaculo, venti currentesque simulque denique attentione certorum in id destinatorum hominum conjungantur, scientiam infallibilem habebimus. Nam inventum styli per se, neque Horologiorum perturbationibus, neque navis jactationibus corrumpitur. Neque enim tempore sed longitudine cursus

1) Unleserlich, vielleicht tenens. 2) Unleserlich, vielleicht designet.
3) Unleserlich, wohl determinante.

post quemlibet flexum determinata opus est: et jactationes illae turbulentae se prodent et in verum modum redeunt, ipso cursu ducto, ordinato inter vacillationes eminentes.

Anmerkung. Diese Abhandlung dürfte in dieselbe Zeit, wie die vorhergehende zu setzen sein, da man wohl annehmen darf, daß Leibniz durch die Beschäftigung mit den Aufgaben der Schiffahrt von einer zu den anderen geführt worden ist. Vielleicht ist sie aber noch früher wie jene niedergeschrieben, da in ihr die Räder mit den zugehörigen Zählwerken eingehend besprochen werden, welche Leibniz in jener wenigstens zu den Versuchen benutzen will. Da sie sich auf die Benutzung der Uhren bezieht, die dazu allein tauglichen mit Horizontalpendel und Spiralfeder aber 1675 von Huygens angegeben worden waren, so wird man die Arbeit in eine frühere Zeit auf keinen Fall setzen dürfen.

107. [4 Seiten groß 8°. Anfangs leserlich, dann sehr unleserlich beschrieben.]

Observata inclinatione determinari potest latitudo loci. Cognita duorum locorum latitudine et distantia cognita erit longitudinum differentia; determinare: mutatio acus, sitne ab acu, an à navi.

Duo sunt casus. Cursus scilicet navis vel ita comparata est, ut semper declinet nunc quidem per satis longum spatium à septentrione in orientem, ab austro in occidentem, vel ut à septentrione in occidentem, ab austro in orientem. Similiter acus nunc per satis longum spatium declinat aut in orientem tantùm, aut in occidentem tantùm scilicet a septentrione. Supponamus ergo I⁰ navem et acum declinare eodem, scilicet à septentrione v. g. in orientem aut contra. Ponatur linea cursus navis esse ab, septentrio a, navis declinet in orientem, ut linea cursus fiat bc, si acus bd supponatur immobilis, manifestum est, eam in circulo immobiliter ad bc affixo, centro b, designaturam esse acuum flexus. id ponatur interea, acus itidem declinare versus orientem seu versus c. manifestum est, si acus spectetur ut immobile, uti certè in navi spectandaest, in effectu lineam exiguam bc retroactam versus d. Et proinde inclinationem

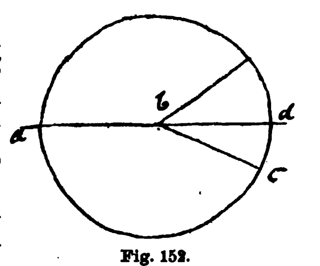


Fig. 152.

navis et acus in eandem plagam[1]), quoad effectum motus in tabula seu pyxide designandi esse sibi contrarias. Ut ergo determinetur in tabula, quando et qualiter mutato situ tabulae fuerit à d versus c, id est à navi, vel à c versus d, id est ab acu: ita fieri potest. sit annulus cd in circulo cd mobilis, divisus in gradus etc., non minus quam circulus. Is annulus ita comparatus sit, ut quando ab acu premitur versus d, quod fit, cum acus tendit versus c, et id est, si navis sola versus c seu declinat, tunc non possit à circulo separari, ac proinde invita acù abripiatur circulo; contra quanto ab acu premitur versus c, id est, cum acus declinat, abripiatur in acu relicto circulo; ita annulus monstrabit flexus navis sine declinatione acus, quia declinante acu annulus ipse cum ea declinabit. Et differentia

1) Hier hat Leibniz an den Rand bemerkt: faciendum ut omnia sint difficilis motus sed fortificanda acus.

inter annulum et circulum monstrabit acus declinationes. Ut *a* annulus modo moveatur acu, modo non effici potest, vel si semper fortiter prematur ab acu, sit connexio inter tabulam et annulum, annulus possit ire sine circulo seu versus *c*, non sine circulo versus *d*. Huius rei non difficilis procuratio est. Alia etiam methodus esse potest in connexione acus cum annulo, ut quando acus movetur versus *c*, annulum suum, ut flecti styli extremitas non possit. Sed quando acus movetur versus *d*, obvertet aliam styli extremitatem flexibilem et ideò annulum relinquet. Ideò styli extremitas debet esse flexilis in unam tantum partem. Secundus casus est, si acus declinat in contrariam partem navis. pone navem ut ante declinare ex *d* in *c*, acum ex *d* in *e*, manifestum est, in idem latus esse mutationem, sive acus, sive navis declinet. Semper enim circulus ibit versus *c*, acus versus *e*. Sed quod discrimen sensibile in hoc motu. Sit denique (?) pyxis simul et verticalis et perpendicularis, id est dupliciter suspensa, poterit inveniri magnetis declinatio sine omni observatione coeli, quoties acus exactè polum respicit.

Inventio Meridianorum supposita veritate inclinationum magneticarum. mutatur inclinatio acus mutata elevatione poli, ex Hypothesi sequitur construi posse pyxidem horizonti perpendicularem, quae monstret exactè quando vel unico miliari magis quam ante a polo recessimus. Etsi enim inaequali proportione crescant decrescantve inclinationes et elevationes, constat tamen in Regionibus circumpolaribus 5 circiter gradus elevationis, mutare duos inclinationis, in regionibus aequatori vicinis contra unum gradum elevationis mutare 5 inclinationis versus aequatorem, et in mediis magis pari possit ambulari. Nec ferè unquam major differentiae proportio est, quam ut 1: ad 5. Porro quando inclinationis mutatio celerior, tanto est sensibilior utique elevationis notatio. Sed fingamus semper inclinationem esse quinquies tardiorem elevatione, tamque aut miliare spatium sit minutum unum gradum, sequitur certe, quanta parte minuti primi deprehendi inclinationis mutationem, etiam quando est tardissima. Ac si esset notata [?], per aliquod tempus saltem itineris miliaris navem aut recta linea cucurisse, aut quantus exactè flexus fuerit, quod sine fraude praestarunt tum magnetis rotae alterius ajo, in quam hoc posito si perfectè constare, in quo sit meridiano. Quod ita demonstro: si nulla est mutatio inclinationis et tota mutatio fuit meridianorum, transit ergo navis in parallelo dato de meridiano in meridianum, et cognita celeritate cursus cognita est mutatio meridianorum. si navis movetur de parallelo in parallelum inclinatio acus crescit summo modo. si navis transit et simul mutat meridianum et parallelum, cum tanto major sit mutatio meridianorum, quanto minor parallelorum, sequiter constare, utrum ex mutatione parallelorum per inclinationem residuam esse mutationem meridianorum, seu quae sit obliquitas motus, sive quis angulus ad meridianos et parallelos. Est enim angulus ad meridianos complementum anguli ad parallelos.

Deprehendere flexum navis. navi grandi addatur exigua punctò aquae insistens, nec proinde mobilis, nisi circa unum axem. haec suam lineam cursus seu proram et puppim parallelam seu coincidentem teneat lineae majoris. Flexus ejus dabunt exacte flexus majoris . . . .[1]) enim flectet uno

1) Unleserlich, wohl minor.

tantum puncto. sola quaestio est, quomodo efficiatur, ut persequitur majorem. hoc fiet, vel si ante eam agatur vel ei alligetur, ita cum navi se flectente acus ea non flectetur, nisi ab homine dioptram, ubi hoc sentit, adhibente. collocentur duae rotae in navi flexum ejus designaturae, altera in prora, altera in puppi, tertia in medio. Si navis flectitur in medio correspondent flexus extremarum rotarum, si in extremis aut inter extrema differunt, et ex ratione differentiae determinari potest punctum navis, in quo facta est flexus. Ne perturbent fluctus inaequales corresponsum rotarum, complicari ita possunt inter se, ut non possint moveri nisi correspondentes, cum tamen fluctus turbinate non impingant correspondentes, quod fiet, si aliae rotae sumtis his subjiciantur; sufficiant vel duae rotae. In eo difficultas, quod quando jactatur navis, saepe fit, ut ejaculatur modò in deorsum. Hinc remedium istud sufficit; si centrum est medium, aequalis est celeritas duarum rotarum. Si centrum est extra medium, inaequalis est celeritas. Si centrum est in altero extremum, quanto magis distat rota, tanto circumagetur celerius: nota: ducendum est arcus circuli minoris in arcum circuli magni seu cujus centrum navis; quaternus cum continget productae motus rotae.

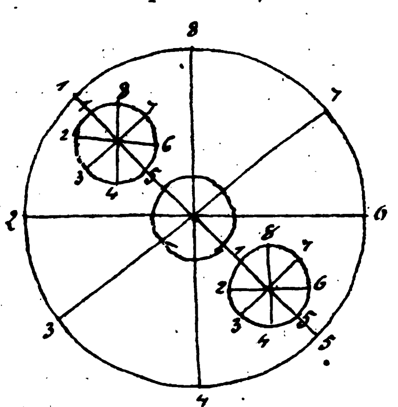


Fig. 153.

Anmerkung. Die nicht zutreffende Annahme, daß die Inklination der Magnetnadel zur Bestimmung der Polhöhe dienen könne, hatte Gilbert bereits 1600 ausgesprochen. Dürfte man die beiden vorigen Abhandlungen als aus dem Bestreben entstanden ansehen, den Seefahrer von den Angaben der Magnetnadel unabhängig zu machen, so müßte man die vorstehende Abhandlung zeitlich vor die beiden vorangehenden zu setzen haben.

108. [1 Blatt 4°, auf beiden Seiten beschrieben.]

Problemata Hydrographica nova.

(1) pyxides Nauticas fabricare, ita grandes, ut ipsa minuta secunda in iis possint distincte observari.

Hoc fiet, si stylus vel semidiameter pyxidis ab acu magnetica circumagendus, sit satis longus. Sed quanto erit longior, tanto erit gravior, ac proinde difficile ab acu circumagetur. Necesse est ergo rationem quantum haberi fortificandi acum, ut onus solito majus moveri, quod fiet per problem. sequens.

(2) Acum nauticam, quantum satis esse, fortificare.

Viribus ejus decuplicatis, imò si opus centuplicatis. Hoc fiet nova quadam certa facilique ratione armandi, hactenus non observata, multo minus adhibita. Cujus usus magni ad rem nauticam momenti est, tum ad inclinationes, tum ad declinationes exactè observandas.

(3) Latitudinem loci seu Elevationem Poli sine coelo et stellis exactè invenire. Hoc fiet pyxide inclinatoria seu ad horizontem perpendiculare eaque satis grandi, ut ad minuta usque secunda subdividi possit per problem. 1, ita ex gradibus minutis secundisque inclinationis determinabuntur gradus, minuta et secunda elevationis Poli. Sed quia proportio inclinationis et elevationis est diformis (nam v. g. observatum est elevationem Poli ut 30 habere inclinationem acus ut 60, et elevationem Poli ut 35 habere inclinationem arcus ut 63 etc.), ideò opus est Globi Artificialis, qui si satis grandis et meridiano mobili exactè ad minuta usque secunda subdiviso instructus sit, poterit sine ulla calculatione exactè ad usum inveniri, quis gradus elevationis, quem det gradum inclinationis.

Haec pyxis inclinatoria dudum observata, hactenus ad perfectionem deduci non potuit, quia ob debilitatem acuum stylum nimis longum ferentium pyxides satis grandes satisque exacte subdivisae fieri non potuere.

(4) Cursum navis in globo articifiali exactè delineare. Declinationibus tantum Magnetis subinde observatis, quotiescunque cursus non fit in eodem praecisè Parallelo.[1])

Esto globus artificialis *abc* in meridianos parallelosque subdivisus. Esto punctum discessus cognitum *d*, cadens in parallelum *ed*, meridianum *ac*. Nave progrediente extra parallelum *ed*, esto punctum observationis novae primum, quo scilicet incipit sentiri nutatio inclinationis *f* (quod tanto se offeret citius, ac proinde omnia erunt tanto exactiora, quanto pyxis inclinatoria erit grandior magisque subdivisa). Huius puncti *f*, cum detur inclinatio ex Hypothesi, dabitur et parallelus. Ponatum, eum parallelum esse *gh*, cadet ergo punctum *f* in *gh*. Sed ut praecisè determinetur, quod punctum paralleli sit *f*, nihil aliud scire opus est, quàm angulus, quem linea *df* seu distantia puncti cogniti et quaesiti faciat ad parallelum *ed* in puncto cognito *d*. Determinato enim puncto unius paralleli *ed*, ex quo ducitur recta *df* de parallelo *ed* in parallelum *gh*, determinatoque angulo *fde* determinabitur quoque punctum, in quo secabit *df* alterum parallelum *gh*.

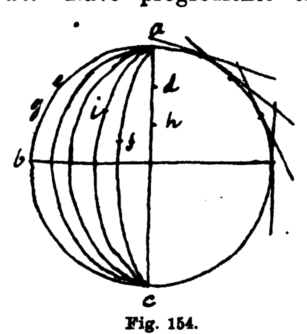


Fig. 154.
Die Kreise mit dem Zirkel eingedrückt.

Angulus *fde* ita determinabitur: Constat, quem angulum linea motus navis ad punctum cognitum dimissa faciat, seu ad quam plagam mundi se direxerit. Hanc lineam cursus, si servat, servabitur angulus *fde*. ac proinde cognitum erit punctum *f*. Si mutat, demonstrabit acus magnetica (demtis declinationibus) quantitatem flexus ac proinde anguli mutationem, ac proinde punctum *f*, quo linea cursus navis utcunque flexa secat parallelum *gh*. Ponatur similiter, navis primo moveri ex *d* in *i*, et postea flecti

1) Hier hat Leibniz in sehr schwer zu lesender Schrift zwischen die Reihen gesetzt: (Multi [?] ita non procedunt. Nisi constat praestare [?] navem quemlibet motum flexum. Aliqui non datur tamen [?] motus navis, sed tantum ei parallela.)

ex *i* in *f*. Invenietur utique eadem methodo primum punctum *i*. inde invenietur quoque punctum *f*. Notabitur *h* in puncto artificiali atque ita totus in *e* cursus navis, tanto punctis delineabitur, quanto pyxis erat exactius subdivisa. Dixi a flexù navis cognoscendo adimendas esse magnetis declinationes. Esto ergo problema: quod ut exactè fiat, an non habet magnas difficultates, notari enim potest in longissimis etiam itineribus in Indiam Orientalem susceptis, nautas pene quotidie, ut eorum diaria monstrant, observandarum declinationum potestatem habuisse.

(5) locum navis invenire. Invento cursu navis per probl. 3 inventus erit quoque locus navis, quippe extremum cursus tempore dato. Loco navis invento solutum est magnum hoc problema.

(6) Longitudines invenire declinationibus tantùm magneticis observatis. Nulla licet Theoria seu Regula universalis declinationum constituta.

Multi hactenus ex declinationibus longitudines provisere, sed vel theoriam quandam universalem declinationum, quae tamen falsa comperta est, vel aliorum observationes de declinationibus supposuere, quae tamen tractu temporis immutatae sunt. Hic vel nulla theoria, nullis diversis observationibus, sed sola diligentia in eadem nave reperita subinde declinationum observatione opus est, quam alioqui à bonis Navium rectoribus semper fieri debere constat.

Anmerkung: Auch die hier gemachten Vorschläge zur Bestimmung des Ortes eines Schiffes benutzen nur die Magnetnadel. Diese Abhandlung ist demnach wohl ebenfalls vor 1684 zu setzen.

109. [4 Blatt 2° zur Hälfte beschrieben, auf der leer gelassenen Hälfte gut geschriebene Korrekturen von Leibnizens Hand.]

Propositio Machinae Hydrographicae.

Machinae Hydrographicae, si perficiatur, fructus erunt:

(1) inventio loci navis.

(2) delineatio cursus navis.

(3) emendatio Hydrographiae, mapparumque nauticarum.

(4) navigatio[1]) non in rhombo, sed lineâ rectâ (seu accuratius loquendo non in linea spirali sed circulari) quantum scilicet, — venti, currentes, litora et brevia permittunt.

(5) Supplementum impatienter ignaviaeque rotarum, per quibus machina delineandi officium facit.

Quare sequitur (6). Etsi longitudines inventae supponerentur, nihilominus summum hujus machinae usum fore ad Geographiam Hydrographiamque perficiendas.

Requisita.

Ut cursus navis, quantum fieri potest, exactè delineatur (unde caetera sequuntur) opus est haberi

1) Die im Manuskript untereinander stehenden Worte: „navigatio non in" und „sed circulari" sind von Leibniz nachträglich durch zwei im Kreuz stehende Striche (><) durchstrichen.

(1) quantitatem cursus navis, seu quantae longitudinis futura esset chorda per omnia eius vestigia ducta.

Hanc quantitatem cursus navis non difficulter habebimus applicata (loco debito) Rota, conversiones suas numerante.

Numerabit applicatis aliis rotis decadicis, ut in instrumento Passuum aut machina Arithmetica.

Haec Rota non est adeo magnae difficultatis et jam aliis in mentem venit. Sed peculiare et hactenus non observata industria opus est ad efficiendum, ne numerus regularitasque conversionum à currentibus maris turbetur.

(2) flexus navis omnes.

Ad hos habendos opus est Re, quae vehatur navi, nec tamen flectatur cum navi. ita enim in navi vehentibus flecti videbitur in contrariam partem, ac proinde designabit illis flexus Navis.

Corpus, quod hoc praestat, una voce magneticum est. Magnes scilicet aut acus magnete imbuta.

(3) Complicationem quantitatis et flexuum.

Ut scilicet constet, quantum iter intercesserit inter quemlibet flexum. Hoc fieri potest vel homine perpetuò annotante, vel rectius Machinâ. Machina, cum nec labore fatigatur, nec negligentia labitur.

Constructio Machinae.

Constabit machina

(1) ex rota primaria seu cursoria, cujus omnes conversiones simulsumtae aequant lineam motus navis.

(2) ex rotis decadicis, quibus conversiones numerantur.

(3) ex mappa mobili, quae ad singulas 1000 (aut 100), ut lubet, rotae primariae conversiones amovetur seu progreditur, cylindro involvente veterem, evolvente novam.

(4) ex stylo ab acu magnetica dependente, qui ductus faciat in mappa subjacente, tum rectos, tum curvos.

Rectos, cum mappa subjacens ob revolutiones progreditur
Curvos, cum ad sensum acus manente mappâ converti videtur. re ipsa mappa cum navi manente seu directionem retinente acu, se convertit.

illi designant lineas
hi angulos cursûs navis seu lineae motus.

Difficultates seu objectiones.

(1) non satis accurata erit delineatio

quia pyxis nautica non potest esse in satis multas partes divisae, pyxidem enim parvam esse necesse est alioqui stylus ductor, quippe a centro valde remotus, minus ponderabit, nec satis virium in acu erit ad eum circumagendum.

(2) ad ductus imprimendos vi quadam styli opus est. Acus autem magnetica est debilis.

(3) Jactatione navis jactabitur et pyxis, ac proinde ductus perturbabuntur.

(4) Declinationes magneticae exactam cursus delineationem impedient.

Remedia.

(1) forticatio acus magneticae.

ut vim acquirat decuplo, imo centuplo majorem. Unde sequitur, pyxidem posse fieri satis magnam satisque accurate subdivisam. Satis item virium in acu fore ad ductus in mappa describendos. Magni ad rem nauticam momenti haec fortificandarum acuum inventio est.

(2) Ductus possunt fieri subtiles levesque.

(3) acus, utcunque jactatione perturbata sit, restituit se ipsam in lineam flexumque priorem. veri ergo flexus emergent semper ex perturbatis.

(4) Quod declinationes attinet, etsi supponeremus, nullum hic ex ipsa pyxide remedium esse, constat tamen earum observationem pene quotidianam non esse difficilem, et in longissimis itineribus Nautas quosdam acus declinationem singulis propemodum diebus annotare, quare nihil aliud eo casu ad rei Hydrographicae perfectionem restabit, quàm ut declinatio diligenter observetur. Et sequitur ergo ex hac machina (sine ulla constituta declinationum Theoria universali) id quod hactenus irrito conatu quaesitum est, ut solis observatis declinationibus Longitudines dentur.

Constat, plurimos eorum, qui nobis longitudines promisere, declinationes observari praesupposuisse.[1])

(5) Accedit, quod declinatio mutatur non per saltus, sed paulatim, potest ergo continue error machinae emendari; et quamvis uno alterove die non possit observari declinatio, interea tamen, sic satis aestimari ex praecedentibus potest, errore postea ex sequentibus observationibus emendato.

(6) Et potest ratio institui, ut machina continuè emendet se ipsam quasi nulla esset declinatio.[2])

(7) Est et alias Emendatio. Nam si acus et Navis eodem declinant, v. g. utraque a Septentrione in Orientem, potest haberi ratio determinandi in ipsa pyxide, quis flexus sit a navi, quis ab acu.

(8) Cum item ope pyxidis inclinatoriae determinari semper possit latitudo, qualitercunque collatio pyxidis inclinatoriae cum Machina Hydrographica dabit nobis praecisè, quantum a latitudine aberravimus. Hinc autem poterit calculo satis subtili supputari, quantum et in Longitudine Machina exerraverit. constat enim de effectu, quoad latitudinem, constat item de proportione mutatae longitudinis ad mutatam latitudinem. Hinc supputabitur ex dato errore latitudinis error longitudinis, semper enim latitudo et longitudo sunt sibi complementa ad angulum rectum ac proinde, quanto minor est latitudo, tanto major est longitudo et contra. Haec machina Hydrographica rectificata est universalis, a coelo et sole independens semper in potestate. Et si inclinationis mutatio continuè observabitur, calculus rectificandarum quoque longitudinem ita exactus erit, ut vix gradu aberrari posse putem.

Difficultas[3]) Machinae Hydrographicae in distantiis exhibendis ideò magna est, quia aqua non est stabilis et quieta, ita ut navis in ea feratur,

---

1) De la Porta 1589 in seiner Magia naturalis, den aber bereits Gilbert 1600 in seinem Werk De Magnete widerlegte.

2) Die Worte quasi bis declinatio hat Leibniz ausgeschrieben und statt ihrer nullo gesetzt. 3) Von hier an wohl späterer Zusatz.

ut currus in terra. Et aqua saepe persequitur navem, ut, quando ab eius currente fertur, non ergo tunc aqua rotas circumagens discrimen dabit, adde, quod currentes modò adversi, modò secundi, modò obliqui haec omnia turbant. Idem est in ventis, nam et venti sunt aëris currentes. Aestimari posset instrumentis certis, quae sit vis venti in navem data obliquitate datoque velorum positu, ita aestimari posset celeritas cursus navis ex calculo. et fateor, hanc aestimarem dignam exquiri caeterisque addendam. sed tamen currentium complicatio rem perturbat. Posset poni aliquid ante navem, in linea cursus, quod assequamur, aut relinqui, quod attrahamus. Idque saepe repeti, aut saltem quamdiu ex omnibus apparet idem rerum status semel atque inde fieri aestimatio. Sed haec omnia per incommoda atque illicita.[1])

Credidimus etiam, cum ventus impellit[2]) navem, non tamen portare et ideò nave licet secundo vento provehente alium tamen sibilum in contrarium esse posse in canali. Sed quomodò sibilans aër egredietur canali contra ventum: an dabimus ei exitum in navem. Hoc optimum. Sed videtur totus aër impelli cum nave, unde et sagitta relabens. Ergo et aqua eodem modò super filiaria inprimis non nihil sequitur navem. Et omnino si navis quodammodo currente feratur: Illud tamen observandum: quando currens fert navem ex aëre, quando ventus ex aqua, nonnihil sciri posse celeritatem. praesertim utrobique machina talis fit, ut non nisi motu conspirante ferat. Quod fiet, si sit machina, in qua tractio in contrario

a b seu reactio rotarum impediatur, etsi apperta communicavit ut

ex. g. rota *a* capiat actionem a *b* et tum, si quis impetum agere velit, sua moles vel porro vel retro ingenio nonnihil non possit . . .

Anmerkung. Der Schluß ist teils unleserlich, teils in grammatikalischer Hinsicht schwer verständlich. Was Leibniz damit sagen wollte, ist gleichwohl aus dem Vorangehenden zu entnehmen. Die Arbeiten 105 bis 109 hat Leibniz unzweifelhaft in Paris, wo er sich von 1672—1676 mit einer Unterbrechung durch eine im Jahre 1673 nach London aus-

1) Hier hat Leibniz daneben an den Rand geschrieben:

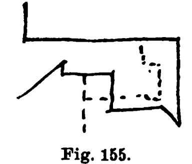


Fig. 155.

NB. Solis flexibus cognitis, nisi detur distantia inter flexus, non tanta motus, sed ejus parallela invenitur. Quae jam tum (demto declinationis errore) semper nota est, angulus quoque (?), quem faciat navis motus ad plagas mundi. Ergo solis istis flexibus sola invenitur declinatio, quod non est tanti nisi optimè ipsa, machina adtributis non flexibus tantum sed et intervallis emendet.

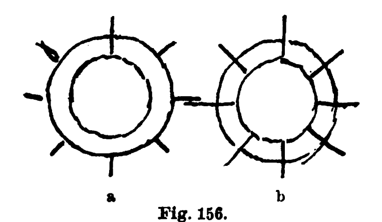


Fig. 156.

2) Neben dieser Reihe steht am Rande:

quod ita tento. Ante omnia facile fiet, ut rota *b* possit quidem progredi, sed non regredi. Et per consequens etiam rota *a*. Sed ut rota *a* ne ire quidem celerius possit, quam impetus impellit *a* rota *b*, quod efficiemus. Ecce modum, qui mihi in mentem venit.

geführte Reise aufhielt, niedergeschrieben. Wenigstens schrieb er von dort, daß ihm aus der Nautik nur eine genaue Erkundigung über ein einziges Experiment, welches für wahr ausgegeben werde, mangele; in diesem Falle wolle er demonstrieren wie die Längen vollkommen zu finden seien, und an die Hand geben, wodurch ein Schiff ohne Hilfe von Sonne, Mond und Sterne, welche man nicht allezeit beobachten könne und worauf eine viel gerühmte Erfindung von Huygens beruhe, den Ort, wo man sei, finden könne: was dem Huygens noch nicht gelungen sei. Aber wenn auch gleich jenes Experiment nicht Stich halten und nicht ganz genau sein sollte, so werde diese seine Erfindung doch die universellste und genaueste unter allen vorhandenen sein (nach Guhrauer, Gottfried Wilhelm von Leibnitz. Breslau 1846. Bd. I. S. 115). Die obigen Aufzeichnungen geben seinen Plan, den er damals nicht mitteilte.

110. [Kleines Blatt.]

Si lunae cursus satis exacte haberetur, nulla esset melior longitudinum ex coelo deprehendarum ratio, quam per appulsum Lunae ad fixas, si modo observetur intervallum temporis inter hunc appulsum et solis vel lunae ortum aut occasum aut transitum per meridianum, aliumve circulum secundum horizontem loci. Oportet autem calculatum haberi hunc appulsum respectu centri terrae et detrahi parallaxes, vel addi pro ratione loci observationes. Etiam Hevelius in Transactionibus loco alibi à me invitato observavit, melius deprehendi posse longitudines per lunae appulsus quàm per joviales satellites. Sane si satis accuratè provideri possunt appulsum et in calculum redigi, eadem sunt facilia. Est enim observandus modus iste facillimus, qui per nullis indiget instrumentis. sit . . .[1]) non appulsus solum, sed et distantias à diversis sideribus sumere placeat. Ex junctis inter se eo accuratior erit observatio. Horologio opus erit, quod tantum per aliquot horas fidele perstet. certè si error quadrantem horae non excedat (qualem nec . . .[2]) excedere calculi Ellipsium), error in longitudine non excedet quatuor gradus. Sed si effici posset, ut error non excederet unum gradum sufficientia haberemus desiderata.

Ex solo loco solis in Zodiaco seu intervalle inter solem et electas fixas, comparato cum horizonte loci seu ortu et occasu solis, vel meridie nescio, an propositum satis obtineri posset, cum paucis gradibus longitudinis mutatis visibilis illa variatio futura. Si tamen accuratis aliis instrumentis praecisè observare liceat momentum, quo sol meridiem facit, aut alium altitudinis circulum subit, momentumque, quo idem fit ab astro ac . . .[3]) intervallum temporis ope horologii solis per aliquot horas accurati, res haberetur. Neque sane despero; cum meminerim vulgo juberi, ut pendula per reditus fixarum ad aliquod . . .[4]) rectificentur. altitudo autem solis in navi . . .[5]) faciliter observari possit

Anmerkung. Die Benutzung der Beobachtung der Jupitertrabanten zur Längenbestimmung hatte bereits Galilei vorgeschlagen, der Plan war

1) Unleserlich, wohl opus, ut.
2) Abgerissen, muß wohl potest heißen.
3) Unleserlich, wohl semihorum.
4) Unleserlich, wohl tempus.
5) Unleserlich, wohl non.

an der Unvollkommenheit der damaligen Fernrohre gescheitert. Man wird diese Notiz als aus früher Zeit, vor 1670 stammend, anzusehen haben, da hier Leibniz sich zur Zeitbestimmung noch der Sonnenuhr bedienen wollte, nach Ausweis von Nr. 64 aber in dem genannten Jahre eine Uhr erfunden hatte, die im Gegensatz zur Sonnenuhr durch die Bewegungen des Schiffes in ihrer Brauchbarkeit nicht beeinträchtigt wurde. Gerade die Schwierigkeit einer genauen Zeitbestimmung zur See ließ ihn dann auf andere Methoden der Längenbestimmung sinnen, die in den Nrn. 105—109 enthalten sind.

111. [Sehr undeutlich geschriebene Notiz auf einem Blatt, auf welchem sich außerdem viele Figuren und Rechnungen befinden.]

Comme les pilotes prennent les hauteurs sur mer.

Primum male sumunt lineam horizontalem, aquam aspicientes, fleur d'eau. Sed ipsa primum altitudo navis errorem facit. Deinde quod longe importantius, usus instrumenti, quod vocant l'arc baleste[1]), est complicatior.

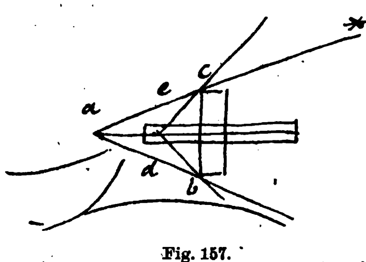


Fig. 157.

deberent inspicere ex centro a super extremam spinam at illi inspiciant db ec separatius, ut ipsi dubium ponunt in mediam rectam ad.

Methodum habeo perfectè observandi in navibus, quantum ab homine possibile est. Ope Instrumenti Thevenotiani[2]) haberi potest linea horizontalis, inde forma quadam . . . .[3]) portatilis adhibita, chartaque indita eiusque mutetur situs, dum stella quaesita in certo appareat puncto chartae. Ubi ibi apparuit tacto quodam Elaterio machinae partibus stabilis quidam situs detur, quo facto habebitur angulus quaesitus. Hoc modo non opus est inspicere per dioptram, quo casu quaerere difficile. At ipsam dioptram dirigere in stellam, non inspiciendo per dioptram videtur adhuc difficilis, sed hoc invento emendatur.

112. [4 Seiten. 2°. Gut geschrieben.]

De gubernaculis navium.

Sit navis AB, cuius prora A, puppis B, clavus CD, puncto C, circa quod mobilis est clavus, cadente in rectam AB. Mota jam navis in recta AB. Tunc Aqua FG lineis ipsi AB parallelis impinget in navem et clavum; et aqua quidem GH impingat in navim, cumque aequaliter ab utraque parte ipsius AB in eam impingat, nihil aget ad eam convertendam in

1) Arbalète (Arbalestrille) der von Regiomontan angegebene Jacobstab oder Radius astronomicus. Vgl. Herz in Valentiner, Handwörterbuch der Astronomie. Bd. II. S. 48. Breslau 1898. V. Günther in Atti del Congresso internazionale di Scienze storiche Roma 1904. S. 187.

2) Die Röhrenlibelle. Vgl. Wolf, Geschichte der Astronomie. München 1877. S. 272.

3) Unleserlich, aber einer Ergänzung kaum bedürftig.

alterutram partem. Sed aqua *FH* impinget in clavum, quemadmodum et aqua *HA* inter corpus navis et aquam *FH* intercepta, quae in partem clavi *CL* incurret et ita clavus faciet officium vectis. quanquam et nonnihil aquae à clavo reflexae impinget in *BM* puppis latus à parte clavi. Sed hoc distinctius et minutius examinare nihil necesse est, sequens enim consideratio rem omnem conficit.

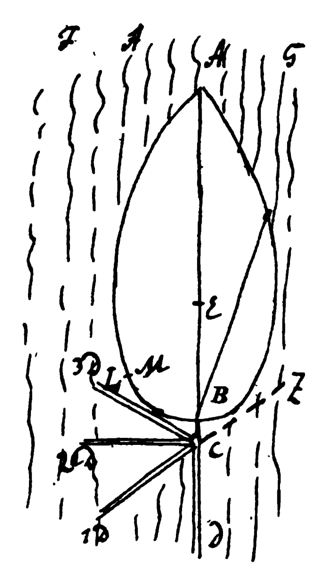


Fig. 158.

Supponimus autem, nihil referre, sive navis incurrat in aquam quiescentem, sive eadem celeritate et linea, sed contraria directione aqua incurrat in navem. Utrum enim fiat nulla ratione, quoad effectus discerni potest: pro certo etiam pono, navem ita flexam iri, ut minus quam ante motui aquae obsistat, sive ut minori aquae quantitati objiciat et facilius aquam secet. ponamus enim arborem in navi infixam esse, circa quam navis sit mobilis et arborem trahi fune per aquam; movebitur navis circa arborem ita, ut minùs quàm ante aquae obsistat, si quidem id fieri potest; itaque tamdiu movebitur circa hunc axem, donec ad situm commodissimum pervenerit. exempli causa navis *AB* cum clavo *CD* habeat foramen *Q*, per quod transeat arbor *RS* horizonti perpendicularis, qui trahatur fune *TV*. ducantur rectae *FD* et *GX* ipsi *TV* parallelae, extremae earum, quae per aliquod punctum navis transeunt. patet resistentiam navis contra aquam aestimandam esse ipsa *FG* latitudine rectanguli *DFGX* ipsi navi (cum clavo) conscripti, quod longitudine sua *FD* cursui aquae vel motui navem trahenti sit parallelum. itaque si conversa in aliquam partem navis resistentia ista seu latitudo rectanguli circumscripti paralleli continuè imminuatur, in eam ubique partem fiet conversio, donec veniatur ad minimam resistentiam seu donec minimum latitudine rectangulum circumscriptibile navi cum clavo fiat cursui navis vel aquae parallelum. Hoc rectangulum ita invenietur; ex puncto *D* ducatur recta *D*. 10 navem tangens, eique parallela 11. 12, etiam navem tangens. erit latitudo à *D*. 12 minima, quam triangulum circumscriptibile habere possit. Nisi eo casu, quo ipse clavus *CD* nimis sit brevis, ita scilicet ut extremitatem rectanguli navi circumscriptibilis non attingat, quo casu nihil etiam efficiet, nisi forte quatenus aqua post navem

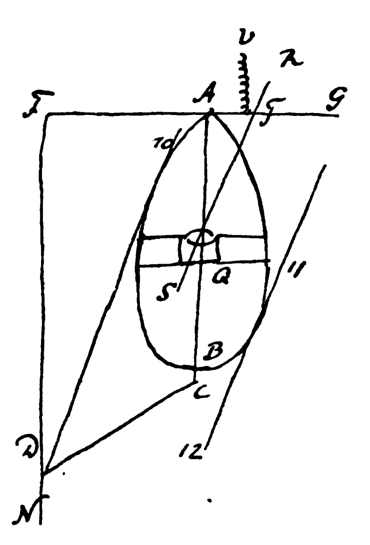


Fig. 159.

intercepta inter puppim et clavum nonnihil in eum impingit. Sed hoc exiguum est, aqua enim haec quodammodo inclusa in vase censeri potest. Tamdiu ergo fiat conversio navis, donec ipsa $D.10$ longitudo seu latus rectanguli minimum, quod sit navi circumscriptibile. fiat parallela ipsi TV cursui navis vel aquae, si jam arbor hujusmodi TS navi sit infixa, circa eam fiet conversîo. Sin minùs conversio eo modo fiet, quo facillimè fieri potest, habita ratione tum resistentiae aquae, tum molis ipsius[1]) navis.

Ut si circa centrum S fiat conversio, tunc pro resistentia aquae sufficit considerari lineam $ASBCD$, tunc pars AS movebitur sinistrorsum, pars $SBCD$ dextrorsum majoremque aquae resistentiam sentiet, quam altera, quia longior SD quam SA. itaque si sola resistentia aquae inspicienda sit in conversione, sumendum erit punctum S tale, ut SA et SD sint aequales. Verum spectanda est praeter resistentiam aquae ad motum conversionis etiam resistentia ipsius molis navis vel eius partium. Et manifestum est, nisi punctum S sit centrum gravitatis navis, tunc plus ab una parte, quam ab altera circumagi, adeoque majorem ratione molis movendae resistentiam esse. Ut ergo aequilibrium verum habeatur, medium aliquod punctum eligendum et considerationes ambae inter se conjungendae. quod accurate facere subtilissimae esset speculationis, comparandae enim inter se hae duae resistentiae una aquae, altera navis, ut sciatur, quae sit fortior et quanam ratione medium aliquod punctum pro centro conversionis sumi debeat. Ex his itaque apparet, rationem centri gravitatis navis et vectis ex hoc centro prodeuntis solam haberi non debere, quod verè doctis viris videbatur. Et si ea sit stigma navis, ut punctum medium inter A et D in recta $ABCD$ sumtum longè differat à centro gravitatis E, poterit facile experientia ipsa ostendi, quod centri gravitatis solius hic ratio non habeatur.

Ex his jam judicari poterit de sententiis doctissimi viri Stephani Gradii[2]), propositis in dissertationum, quas Reginae Christinae inscripsit, prima de navium gubernaculis. praeterea autem non pauca, quae non satis intelligo, quod sine prolixitate exponi non possint, ut, quod initio ait (pag. 4.), ne clavum plus posse ad vertendam navem, quam remos. Etsi remi magis habeant rationem vectis, cum longe diversa sit harum duarum rerum ratio, illud potius considerabo, quod caput suae explicationis esse vult, clavum nescio quem impetum ab impulsu navigii eum trahentis concipere, quo conetur, ire in directum secundum suam ipsius lineam CD et hunc impetum conferre plurimum ad vertendam navem. Hinc contendit clavum perpendicularem lineae navis ut CD id minus posse, quam clavum obtusum $C1D$ nam quia perpendicularis motui directe objiciatur, cessare motum in linea CD. imò si clavus angulum C faciat acutum, ut clavus $C3D$ vult contrarium fieri et proram dextrorsum ituram idque se parva navicula expertum video. Vult suum obtusum pro clavo esse optimum, quod si ita esset, quo obtusior foret, eo foret agentior, cum tamen denique cum linea navis planè coincidat, qui casus est summae obtusitatis,

1) Über ipsius ist partium geschrieben.

2) Hier hat Leibniz mit anderer Tinte an den Rand geschrieben: Gradium refutavit Bernoullius in Libello de gravitate Aetheris. — Stefano Gradio (1613—1683) war Präfekt der Vatikanischen Bibliothek in Rom; er gab 1680 Dissertationes quatuor mathematicae heraus.

quae nullam vim habet. Concipit impetum quendam in corpore velut fomitem motus, eum esse ita comparatum, ut corpus non tantum propediatur ad mensuram primi motus, sed etiam aliter prout res exigit; usque adeò ut etiam motus sua sponte acceleretur impedimento saltem remoto, quod per solam continuationem determinationis sumtam ex principio naturae, quod se unumquodque in suo statu conservat, explicari non possit. Verum hoc falsum est, et experimentum, quod affert, de globulis plumatis, quos pueri jaciunt (volans): si plumae in medio cursu decidant, liberatos ab impedimento celerius ferri, quam initio, non puto esse verum, nisi de globulo decidente sit sermo, tunc enim novus impetus semper a gravitate imprimitur; at cum impressa initio vis manet, celeritas ob solum sublatum impedimentum non augetur. Nec principium falso ad suam ratiocinationem indiget, ea enim, quemadmodum tandem divinando assecutus mihi videor, huc redit, si frustum ligni 15.16 sit alligatum chordae trahenti AB, duabus chordis inaequalibus majore $B.15$, minore $B.16$, atque ita in aqua quiescente trahatur, flectit se magis à 16 versus A, seu dextra pars magis versus A inclinabitur, quam sinistra; hinc colligit, cum clavus $C_1 D$ in situ acuto eodem modo situs sit, eum etiam tendere seu vergere versus A, id est CZ versus A; adversam partem clavi imaginariam versus A ire, non puto enim aliter intelligi posse. Hunc autem impetum eundi versus A putove clavum exequi conari recto cursu, adeoque tendere in linea $1DC$ seu $1D$ versus C. his enim verbis utetur. Verget, ut dictum est, ad partes A et lationem, quam docet experientia, ad easdem partes recto cursu concipiet (recto cursu intelligit secundum ipsam DC lineam clavi) eamque in puppim incumbet (id est tendet ab $1D$ versus C non contra) quam iccirco dextrorsum impellet, indeque manifesto sequetur conversio prorae in partem sinistram. Atque in hoc (inquit) impulsu gubernaculi per eius lationem directe ab $1D$ versus C (ipse aliis utitur literis) administratam potissima ratio esse videtur virtutis, quam in illo ad gubernandos navium cursus inesse videmus. Eo vero tantum abest, ut hanc lationem veram credam, ut potius pro certo habeam, clavum per se spectatum tendere à C versus $1D$, et nisi à navi, in qua firmatus est, retineretur. aut si quo casu ab illa avellatur, illuc etiam iturum esse, etsi durante illa ipsa avulsione se conversus sit, ut C magis accessurum sit versus A, totius tamen clavis impetus erit abire ab A. Itaque si hoc quidem spectamus, quo clavus per se ire conetur, certum erit, eum potius puppim in sinistram agere conari, proram in dextram, sed ille conatus hîc eliditur.

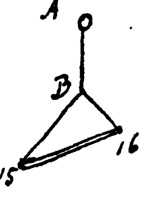
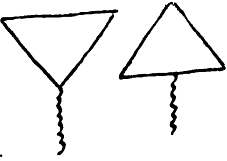


Fig. 160.

Sed pergit Gradius hoc modo: quod quidem (scilicet clavum e rectà sive secundum sui ipsius lineam conari ad partes A) ut eo manifestius deprehendas, flecte si placet clavum ad partes B, ita ut $C2D$ (accomodo meis literis) sit perpendicularis navi AB, multo debiliorem clavi virtutem factam experiere; (non addit quomodo expertus sit) cum tamen, si clavus operaretur solum per modum vectis, fortior et efficacior esse deberet, propter impetum aquae resistentis, quae virtutis motricis vim habet, multo validius est

majore sui parte in clavum fronte et directè, quam ex transverso sibi oppositum incumbentem. quid ita? nempe quia, ut jam diximus, nulla hoc casu in clavis est vis ad impellentem dextrorsum recta et spontanea latione puppim navigii, cum nulla ratio sit, quamobrem planum clavi verti et per frontem in liquido procedens ad unam potius quàm alteram partem declinet. Et ita sola remanet in clavo vis operandi per motum vectis, quod si adhuc clavum ultra perpendiculum ad lineas directionis flectendo progredi facies, ita ut angulos acutos cum illis faciat ad partes *B*, ut est angulus $3DCB$, tunc non solùm neque puppis naviculae ad dextram, neque prora ad sinistram, ut antea ab illo impelletur, sed potius in contrarium puppis sinistrorsum, prora verò dextrorsum vertetur, idque nos experimento parvae naviculae ad hoc ipsius extructae comperimus. Hoc ille. Vult itaque clavum $C3D$ recto quodam impetu tendere à *C* versus $3D$, nempe quia extremo *D* ad partes *A* vergere nunc debet et ita puppim movere sinistrorsum ac proinde proram dextrorsum et licet vi vectis contrarium hic etiam agat clavus, tamen ex duabus illis viribus impetum directum secundum lineam clavi praevalere. Sed quis credat vi aquae ab *A* versus *B* tendentis, clavum impelli contrario conatu, seu contra ipsum primum motorem tendereque à *C* versus $3D$, vel ab $1D$ versus *C*. Experimentum, quod clavo acutum ad naviculam angulum faciente $3DCB$ prora dextrorsum circumacta sit, fallax fuisse judico; nec ullam eius rationem vel fingi posse arbitror. Nam sive consideres clavum velut per se, si à navi avulsum, aqua eum impellet à $3D$ versus *C*. ergo et hoc impetu navicula proram sinistrorsum aget. Sin vectis rationem habeas, conversio talis fiet utique concedente ipso Gradio, ut $3D$ recedat ab *A* illud unum aliquam speciem haberet, quod avulso clavo $3DC$, et à navi liberato ageretur linea $3D$, ipso puncto *C* recedente à linea *BA*, adeoque navicula, si ei alligata esset, impetum conversionis contrarium priori impressum iri, et proram ituram dextrorsum. Sed non habenda est ratio eius, quod avulso clavo fieret; nam prout varias avulsiones variis modis commiscerem, varii prodibunt effectus. Et generaliter ita conversionem fieri necessarium judico, ut tota navis post conversionem quantulamcunque paulo minus resistat aquae, quam ante conversionem. Nam ut aqua circumagat navem ideò, quia sibi obstat, et tamen eo ipso reddat magis, vel certè non minùs obstantem absurdum est. itaque experimentum, quod sumsit Gradius, necesse est tale fuisse, ut angulo existente acuto $3DCB$ is omnium situs ea naviculae figura esset, qua efficeretur, ut conversione prorae dextrorsum facta minus aquae, quam antea intercipiatur. Hoc unum enim in hoc argumento planè infallibile est


Fig. 161.

Caeterum etsi duae figurae aquae tantundem intercipiant, fieri tamen potest, ut una commodius eam secet, quam altera pro diverso situ aliisque circumstantiis. ita si duo sint triangula coincidentia, nisi quod si fune trahatur, in motu apicem, alterum basin aquae obvertit, ausim dicere, si impetus impellens sit debilis consultius aquae apicem obverti, seu partem tenuiorem, facilius enim hoc modo aqua dividetur; vel ideò

quia tardius recedit. Sed si latior, pars aquae obvertitur aequa celeritate et dilabi atque cedere venienti debet, ideo fortiore impetu opus est. Sed cum viribus abundamus potius eas, quam promtissimè adhibemus, utibilius est, vim abundantem prope centrum, quàm longè à centro applicare, et videmus etiam naturam pisces satis celeriter natantes, ut delphinos capitibus crassioribus instruxisse, caudam autem capite crassiorem esse non solere, alioqui semper lentè et cum labore progrederentur, et velut syrma traherent, impetum verò facere non possent. Sed haec diligentius consideranda. Illud manifestum est, in piscibus caput solum firmitate indigere et ab aqua pulsari, reliquas verò partes à capite velut tegi, ita contra, si cauda esset crassior, omnes corporis partes aqua pulsarentur.

Anmerkung. Da die Schrift des Gradio 1680 erschien, so wird die Abfassungszeit der vorstehenden Abhandlung in die Mitte des vorletzten Jahrzehnts des 17. Jahrhunderts zu setzen sein, also in dieselbe Zeit, wie die übrigen die Schiffahrt behandelnden Arbeiten.

113. [1 Blatt 2°, ziemlich gut geschrieben.]

17. Julii 1678.

Vectoria canalis portatilis. quaestio elegans de fulcro.

Aliud est dato problemate invenire solutionem, aliud dato aliquo invento (sive sit problema, sive theorema) invenire eius usum et applicationem. Exempli causa multi norunt exiqua aquae quantitate immensam molem attolli posse, sed non norunt eius usum. Ut si $ACEG$ sit vas vel receptaculum interstitum, in quo aliud vas $BDFH$ infusa in $ABCDEFGH$ quantulacunque sit, id est quantulumcunque sit interstitum, attollet vas interius $BDFH$ cum maximo licet imposito pondere K; modo id pondus sit minus pondere aquae, quam vas $BDFH$ caperet. Hinc jam consequentiam mirabilem ducemus ad rem vectoriam de fluvio, sive si ita vis, canali portatili, re, ni fallor, hactenus inaudita. Attamen certa. Hujus canalis portatilis sectio secundum latitudinem sit $ACEG$, canalis sit impositus rotis MN et tractatur ab equis, pondus ejus exiguum, quia ex materia levi constare potest, nempe corio illo, quod aquam tenet: aqua etiam parva quantitas, ob intervalli angustias. Huic canali imposita sit navis, cujus sectio secundum latitudinem $BDFH$, et navi impositum pondus vehendum sanè maximum K. Quo majus autem est pondus majorque capacitas navis, DF vel BH, hoc magis apparet vecturae utilitas. Hoc enim minoris habetur pondus aquae interfusae. Dum trahitur canalis ab equis interea navis ope fulcrorum $BPQRHSTV$ quiescat in fundo vel campo et canalis progrediatur cum

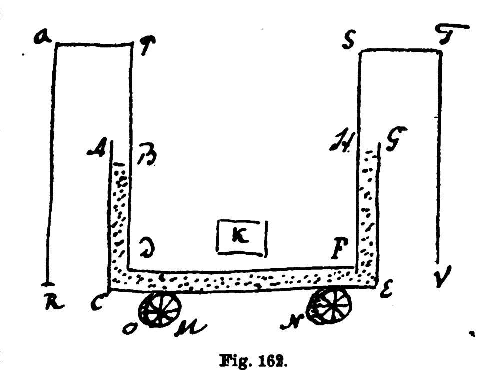


Fig. 162.

rotis, donec navis a extrema canalis et aquae attingant. [gatur.] Inde quiescente canali rotisque tractatur navis in canali una cum pondere imposito; tractatur ab equis iisdem, donec prora navis in canalis principium illidatur rursusque quiescente navi velut anchora jacta canalem progredi necesse sit. Verum enimvero venit in mentem tentamenti simplicis et ingeniosi, ut continuò procedat navis pariter et canalis, nec alteratione quietis ac motus sit opus, adeoque nec machinatione ad alternationem accessam. primum illud pono: sit vas aqua plenum, in eo ponatur pondus maximum in aqua natans: trahaturque vas, ajo pondus non sequi per omnem motum vasis et aquae, sed nonnihil restitare prorsus, ut aqua fluminis longe celerius movetur, quam trabs innatans a flumine propulsa. Itaque in quantum restitat, in tantùm equi, qui canalem trahunt, ipsum non trahunt. Itaque possent alii equi interim trahere pondus in canali. Atque ita procederent simul equi canalem pariter et navem in canali trahentes. Sed video, hoc esse speciosa magis et elegantia, quam vera. Nam quia tota massa quiescit in canali, hinc toto illo pondere currus gravatur ac proinde terrae fortiter applicatur, adeoque difficilis redditur pro tractu, nec quicquam mereamur, nisi navis interim alibi fulcrum habeat, dum canalis protrahitur, quod variis modis satis commodè fieri potest. Fulcra possunt esse ⌒ ferreae velut manus circulares vel ellipticae, ita magis vim sustinebunt; quae sponte sua demittantur et attrahantur, cum certum locum attingit navis. Illud tantum quaerendum superest. Sit pondus sustentatum in terra RV, idemque innatans aquae sub DF, quaeritur, an simul et terram RV et fundum aquae CE premat. Sanè si terra auferetur aqua, id sustineret, si aqua amoveatur, terra sustinet. Hoc ope ponderum explorandum est, si et fundus RV et vas CE separatum ex ponderibus sint suspensa. Sanè cum aquam in interstitio positam sursum premat, utique premet et fundum, cui aqua haec innititur. Itaque premet utique canalem, quod ut evitetur, necesse est, canalem CE demitti versus fundum ita, ut aqua descendente navis cum pondere suo tantum fulcro nitatur et aquam vix an ne vix quidem attingat, ubi illud quoque interesse videtur ad aestimandum, an aquae fundum premat, utrum profundè in eam sit immersum. Quae omnia accuratius inspicienda sunt, canali rursus sublato, etiam manus ferreae à terra attollentur, et navis canali soli innatans facile ducetur.

Hoc inventum mirè utile est maximis oneribus et tormentis amandandis, nam in exiguis opere pretium non est. Necesse est amplum esse canalem, non longum, neque altum, ita aquae molem lucrativam. Itaque vias etiam ei rei adaptare, arbores, quae obstant, exigere et aperto campo hic, communique via excedere, ubi angusta nimis sunt itinera, in nostra potestate esse debet. Alterum inventum meum, ubi aquae loco levigata superficies adhibetur, communi usui aptius est et ad rhedas quoque simplices transferri potest. Sed hoc jam alibi prolixius descripsi, neque huc transferri necesse est.

Anmerkung. Ähnliche Einrichtungen sind seit dem Ende des 18. Jahrhunderts mehrfach zur Ausführung gelangt.[1]) In betreff der Verbesserung der Wagen sehe man die folgende Arbeit Leibnizens.

---

1) Vgl. Freytag. Schiffahrtsschleuse und Schiffshebewerk. Zeitschr. des Vereins Deutscher Ingenieure 1894. Bd. 28. S. 1333.

Eine hierher gehörige Abhandlung Leibnizens vom 24. Dezember 1678, welche die Überschrift trägt: Navigare adverso flumine ipsa fluminis vi, teile ich nicht mit, da sie ihr Verfasser selbst am Schlusse für irrtümlich erklärt. Im Schiffe sollte parallel der Längsachse ein Kanal angebracht oder besser zwei Schiffe mit der Seite aneinandergelegt und in den Kanal bzw. Zwischenraum ein Rad mit rahmenartigen Schaufeln gehängt werden, welche die Strömung bewegen und dadurch das Schiff in einer ihr entgegengesetzten Richtung treiben sollte. Einer späteren Durchsicht entstammt offenbar die Bemerkung, die jetzt den Schluß des Schriftstückes bildet: prora et puppis non differunt, nec navis invehi debebit ad regrediendum, während er die Worte rückgehen secundo flumine durchstrichen und: imò error darüber geschrieben hat.

Wagenräder.

114. [1 Blatt 2°, zur Hälfte beschrieben. Schrift leserlich mit Korrekturen.]

La difficulté des voitures est sans doute une des plus grandes, qui se trouvent dans les marches des armées surtout dans des pays gras ou bas, dans le temps pluvieux, et dans la saison du printemps et de l'automne.

Et quoy qu'on pretendoit d'augmenter le nombre des chevaux (ce qui seroit d'ailleurs de grande depense) on n'obtiendroit pas son but par ce moyen, car la force ne croit pas à proportion du nombre des chevaux, parceque la grande multitude y cause de l'embarras, et qu'ils ne tirent point précisement en semble. Ce qui fait que six chevaux peuvent faire dans le beau temps, ce que 24 chevaux ne feroient point dans la mauvaise saison.

Cette difficulté empeche le transport des vivres, du gros bagage et sur tout de la grosse artillerie necessaire principalement pour les sièges et fort utile aussi pour maintenir les postes pour deloger les ennemis, pour passer des rivieres, et en plusieurs autres rencontres d'importance.

S'il y avoit un moyen de remedier à cette difficulté, et de rendre les grosses voitures beaucoup plus aisées, les premieres puissances, qui l'employeroient avant que l'ennemi s'en avisât, en tireroient des utilités très grandes; et seroient capables par ce moyen d'entrer en campagne plus tost que luy, de former des sieges et de prendre des places, avant qu'il fut en estat de secourir, et même de pourvoir ces places.

Et cette Methode serviroit sur tout dans les pays bas Espagnols, ou il est presque impossible en bien des endroits, de faire aller le gros canon et d'autres grosses voitures, quand les chemins sont rompus et quand on est obligé de s'eloigner des rivières et des canaux.

De plus les vivres, grains, fourages, munitions et autres necessités transportées plus aisement par ce moyen, ou seroit plus en estat de s'eloigner des magasins et de penetrer dans le pays de l'ennemi ou delà de son attente.

Mais quand l'invention sera publique un jour elle servira au genre humain en general, en augmentant ses forces, mais elle ne laissera pas d'estre plus utile dans la guerre au parti, qui doit estre sur l'offensive, puisque les sieges et les marches luy sont rendus plus faciles; et des qu'il

a plus de quoy de loger l'ennemi de ses postes et retranchemens et en un mot de penetrer et de gagner pied dans son pays.

Je laisse quantité d'autres considerations plus particulieres, dont un homme du mestier se peut aviser aisement, pour dire maintenant, qu' une telle invention est toute trouvée, qu'elle est des plus singulieres et de plus simples, et que l'avantage y est evident.

On a jugé à propos d'en parler presentement, que la campagne est finie, à fin que ceux, qui tiennent le timon puissent, s'ils se trouvent à propos, prendre des mesures là dessus pour celle, qui vient et faire preparer pendant l'hyver tout se qui seroit necessaire pour s'en servir de bonne heure au printemps.

Apres en avoir fait l'essay en grand, en presence de personnes capables et affichées, on feroit faire dans un lieu écarté et par des gens qui ne sauroient pas d'abord ce qu'ils sont les pieces necessaires pour un grand nombre de voitures. Et quand le tout seroit fait, on le transporteroit par eau aux endroits, ou les pieces doivent estre assemblées et mises en estat de servir.

Anmerkung. Das Schriftstück ist in mehrfacher Abschrift vorhanden, die Urschrift nennt sich Extrait de la Lettre de M*. Sie war wohl bestimmt, den Heerführern in den damals nicht abbrechenden Kriegen vorgelegt zu werden. Was nun die Zeit betrifft, in die die Abfassung des obigen Briefes fällt, so scheint sie in das Jahr 1701 gesetzt werden zu müssen. Leibniz ist bekanntlich stets ein Gegner Ludwigs XIV. gewesen, er wird seinen Plan demnach wohl dessen Feind, dem Kaiser Leopold I., angeboten haben oder haben anbieten wollen. Er war bis gegen Ende des Jahres 1700 in Wien gewesen, wo er vom Kaiser mit mancherlei Aufträgen versehen worden war. Im Anfange 1701 aber hatte Ludwig XIV. die spanischen Niederlande bereits besetzt, und hier war also der voraussichtliche Kriegsschauplatz. Man könnte freilich auch an den Krieg von 1672 denken, den Ludwig XIV. an Holland erklärte. Dagegen spricht aber die Tatsache, daß Leibniz damals in Diensten des Herzogs Johann Friedrich von Hannover stand, der mit Ludwig ein Bündnis gegen Holland eingegangen hatte, während sein Nachfolger Ernst August treu zu Kaiser und Reich hielt. Auch würde dann die Betonung der spanischen Niederlande nicht recht verständlich sein.

115. [1 Blatt 8°, auf beiden Seiten ziemlich schlecht beschrieben.]

Si quis rotam vel polygonum regulare insistens plano horizontali impellat lineâ in centrum directa horizonti parallela *GA*, poterit fieri, ut ex *CD*

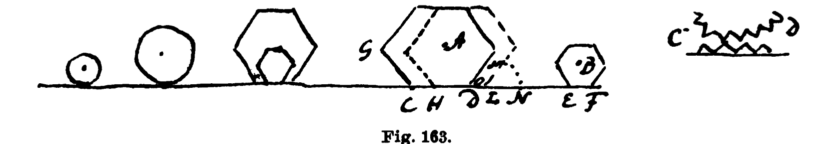
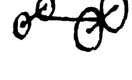
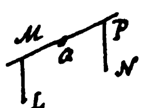


Fig. 163.

transeat polygonum in *HL* sine ulla volutatione; poterit etiam fieri, ut obstaculo aliquo reperto ad *D*, quale est *m*, volutetur polygonum super puncto *D*, praesertim si *CD* sit valde parva seu polygonum magni laterum numeri,

ut vel paullum procedens A non ipsi CD, sed DN immineat. Manifestum est tamen, debere rotam nonnihil ascendere supra obstaculum, quatenus obstaculo non omnino depresso ad aequalitatem volutatur et quidem per modum vectis vel potius, si non ascendit super montaculum volutando saltem hoc modo facilius eum deprimit (nam elasticus est monticulus) et solo aequali, si per modum vectis agat, quam si eum velut terra radere debeat, quod fit cum recta transfertur CD in DL; monticuli enim per latera polygoni inseruntur vallibus plani et contra. Et quo majus est pondus incumbens, eo profundiores facit valles; Et quo maius est quoque polygonum remanente eodem laterum numero, eo minus est latus CD, eoque major frictio seu serratura. Cumque provolutioni aliqua semper misceatur processio, seu serratura, patet, hinc utilius esse, ut quidem maximè immineat atque incumbat illi rotae, quae minoris est ambitus seu minore sui parte planum attingit. Hinc utilius est, rotas quasdam esse minores, alias verò majores. Ut si anteriores sint minores, pondus maximè nitetur in anteriora. Nam si duobus fulcris ML, PN innitatur pondus Q, magis premet fulcrum minus ML, quia non aeque retinet NP, quam ML sistit. Ergo rota minor magis premetur, ergo utile minorem ibi esse frictionem. At rota, si parum a pondere prematur, non potest esse nimis magna. Hinc pondus, si exiguo niteris orbiculo, posset in cavitate concentrica rotae plano insistentis incedere, quod concavum interius potest esse semper politum et aequabile. ponamus enim, rotam certo pondere pressam in luto tenaci haerere, ut procedere nequeat, interea orbiculus cum pondere in ipsa rota quiescente promovetur, quo facto pondere suo efficiet ipse provolutionem etiam rotae.





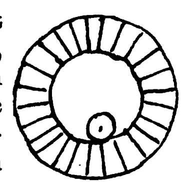


Fig. 164.

116. [1 Blatt 4°, auf beiden Seiten schlecht beschrieben.]

Optima ratio emendandi vecturam.

Efficiam, ut currus in via polita et aequabili semper incedat, viamque ipse suam secum ferat. Nempe rota currus minor incedat in majore B eamque intus tangat, secum nihilo minus propellat. Manifestum hoc modo, quantumcunque pondus currui impositum sit, non ideò rotam A difficilius incedere, quia rota B, dum politaque intus est, facilem minori viam praebet. ipsa autem B, etsi pondere totius massae prematur, tamen, cum promovenda est, ipsum non fecit, sed potius à pondere illo promovetur et, si resistat minusque in terram defixa sit, rota interior in ipsa procedens ipso currus pondere et exteriorem procedere cogit. Pondusque currus ejus rectum magis juvat, quam impedit. Debet iter rotae interioris in exterioris concavo esse excavatum, ita ut non facilè exorbitare interior rota possit, cum in finem paulo altior via sive ripa viae hujus cavae esset, per punctum A incedit axis more communi.

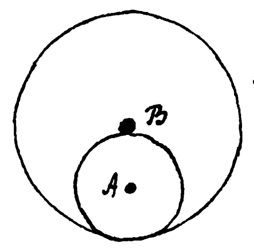


Fig. 165.

potest et esse axis rotae majoris per A; etsi enim immediatè circa eum non feratur, tamen id fit per consequentiam. semper enim aequalem à terra distantiam servat ejus centrum B, tantum axis paulo majorem, quàm alias libertatem habere debet, quia primum conatus rotae exterioris non est circa centrum, sed circa ipsum punctum, quo tangit terram. igitur hae rotae exteriores connexae erunt suis axibus inter se, ut interiores, imò connexae cum interioribus, ut simul cum illis moveantur. Ex axibus vel parte alia immobili potest aliquod surgere, quod rotae exterioris superius aliaque contineat, quo minus vacillet. Quamquam si axem habeat, id non sit necesse motum interiori cavendum, ne exteriore excedat. Potest surgere aliquid ex parte immobili insinuans sese supernè in cavitatem viae, quando circulatione sursum delata terram supina spectat, ut hoc insertum inde expellat lutum et capillos, quaeque alias motum morari possent. Si rota exterior axem habeat, debet interior dimidia minor esse. Sed jam video difficultatem, si axem habet et radios habebit, qui obstabunt minori. Remedium est ut duplices radios habeat ex axe ab utraque parte exeuntes, intra quos minor sub axe incedat. imò non est illius[1]) locus, quia minoris axem impedient, nisi eum[1]) faciamus dependere ac descendere ab axe superioris. sed an contrarium potius, vel maioris axis potius pendeat ab axe minoris, despiciendum.

117. [Ein Blatt 4°, auf beiden Seiten unordentlich und schlecht beschrieben.]

Das Rad A gehet im rad B und das rad B auffm Boden C. CD Diameter des rades A, ist etwas kleiner als BC, semidiameter des Rades B. damit die beiden räder B mit deren Axe B (B) zusammengefüget werden

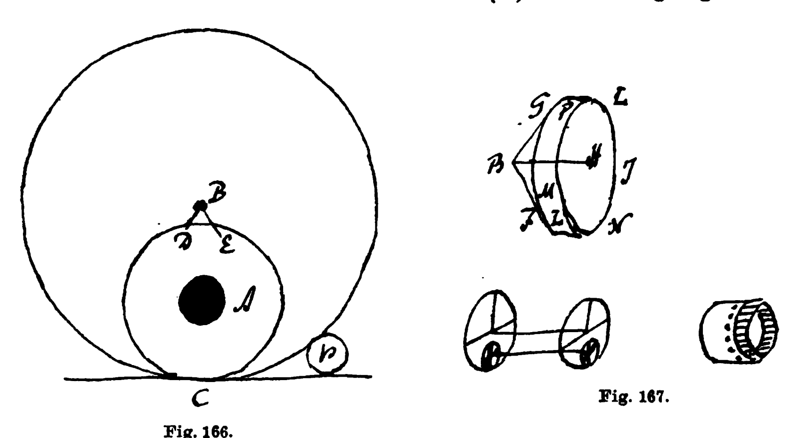


Fig. 166.

Fig. 167.

können und also nicht schwencken: damit auch das andere rad aus dem Kloben sich nicht gebe, so ist es aus der axe des oberen zwischen D und E gefasset, das rad B hat seine Speichen oder radios BF, BG etwas ausserhalb und ist an eben das rad $FMGN$ mit Speichen BF, BM, BG, BN

1) So schreibt Leibniz. Man möchte eher illorum und eos, nämlich radios erwarten

ein anderes *HJLPH* angenagelt. wären doch beyde zusammen nicht breiter als sonst ein dickes wagenrad, etwa 9 Zoll grosser reiff, kondte etwas erhoben seyn, von guthem harten Holze, und gienge in die Kerbe des rades *B*, welches wie eine rolle seyn köndte. Doch vielleicht besser, wenn dieser vielmehr eine Kerbe hätte und das rad *A* darin gienge. Das rad *A* wäre nicht dick ausser seinem plano, wohl aber die Felgen dick im plano. Wenn ein stein *p* im Wege, so muss das Rad *A* auff *cp* hinauffsteigen und zwar gemächlicher.

[Andere Seite.]

An sic: Dass rad 4 Zoll breit, wie sonst, aber ein rad *CEFG*, so etwa 8 schuh hoch, daran wäre angesezet ein reiff *DHKL*, in welchem ginge die eiserne rolle *B*. durch die gehet die ax, worauff der wagen ruhet.

gesezt *CD* sey 2 schuh, *CE* 8 schuh, wovon also *DK* etwa 4 schuh.

Damit *B* nicht in die höhe, noch heraus springe, so kondte der Nagel der Axe, darauff der wagen ruhet, in einen einschnitt des reiffs *HKL* hinein gehen und wäre etwas vor drinn, dass er nicht wieder heraus könne, also in summa dieser wagen wäre dem ordinären wagen näher.

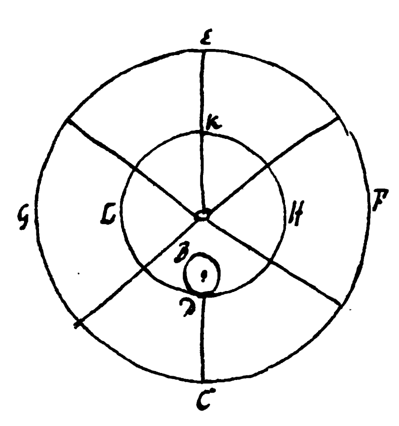


Fig. 168.

Die Höhe von *BC* gibt alles. Vielleicht *CD* vorn ein schuh, hinten 2.

118. [Blatt in 8°, auf beiden Seiten beschrieben.]

Mich dünket, obgleich scheinet, die walze *A*, darauff in meinem neu erfundenem Wagen die Last lieget, müsse continuirlich ein wenig über sich steigen, gleichsam den Berg *Ae* hinauff, so ist doch solches nicht also, sondern das steigen ist allezeit mit fallen vermischt, und so viel die last in etwas auff der inneren superficie des rings *B* von *A* nacher *B* hinauff steigen hat müssen, soviel küppet sie und fallet wieder von *c* nacher *d*, also dass sie sich vorwärts fallend selbst wiederumb soviel fürdert, alss sie das aufsteigen gehindert; ja krafft des herabfallens bekomt sie einen impetum, im schwung wieder hinauff zu steigen, und wird einigermassen der schwung oder die acceleration conservirt. Diese alternation des steigens und fallens ist so insensibel, dass die Bewegung auf einer vollkommenen Ebene zu geschehen scheinet, und also ist die Bewegung sehr beständig und ebenmässig, doch gleichwohl ist solche desto ebenmässiger, je grösser der ring *B* ist.

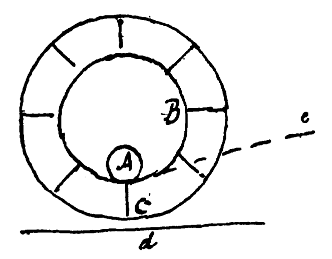


Fig. 169.



Fig. 170.

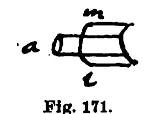


Fig. 171.

Die Axe *g* trägt ein stark gespalten Holz oder klaue, *fgh*, dazwischen die walze *a* gefasset nicht aus ihrer Bahne gehen kan, *gh* hat eine strebe. Es sind zweyerley Speichen, nach den schienen, theils von dem ring, theils von der Nab, welche letztere mit Punkten bezeichnet. Doch ist nicht nöthig, dass beyde an einerley speichen gehen. Der ring und die klaue sind Eisen beschlagen.

[An der Seite des Blattes ist bemerkt]

Die Rolle kondte von gegossenem Eisen seyn und gienge auf anderem Eisen, dabei die angelegenheit, dass sie nicht wohl zu schmieren.

NB. besser vielleicht, dass keine rolle *a*, sondern ein nagel, so aber sehr rund gegossen, der gehe in einer Nabe *lm*, welche fest an der last; auss dieser nabe gehet etwas heraus in die klaue, so komt die klaue in die mitte der Axe.

119. [Ein Blatt 8°. Beide Seiten schlecht beschrieben.]

ab Eiserner Nagel oder Rolle, so auff dem hohlen ring des rades und in der Nabe *cde* des Wagens gehet. Es gehet *b* etwas tieff hinein, und die Nabe ist bei *cd* hohl. *c* und *d* gehen etwas nach dem centro von aussen zusammen, damit wenn man schmiert, das fett besser darin bleibe. Auff der Nabe des Wagens gehet herfür ein zapfen *f* und der gehet in die klaue *gh* an der axe des wagens *mn*, welche in der nabe des rades *l* gehet. die Klaue *gh* fasset *f*, damit der Nagel nicht auss dem ring heraus springen, sich weder darum hin und hehr, noch in die höhe gehen könne. Durch Splittnagels hinten und forn wird *ab* verbothen, sich in der nabe *cde* hin und hehr zu ziehen.

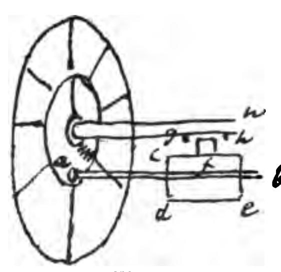


Fig. 172.

Nehmlich *ab* mus von einem rad zum andern gehen, ist dahehr eine neue axe *ab*, so beweglich, und wo sie auflieget, mit eisen beschlagen. der wagen liegt darauff, der orth, damit der wagen auffliegt, köndte anstatt eisens ein stück Kieselstein seyn.

Wolte man aber, dass *ab* eine unbewegliche axe seyn solte, an beyden enden mit eisen beschlagen und liegend in zwey steinernen rollen, welche auff dem ring gingen, were alles desto beständiger und weniger schmierens vonnöthen. Doch halte ich auch, es könne es wohl gegossen eisen thun, wenn es allezeit genezet wird. Wenn etwas mangelbar werden solte, kondte man mit eben dem wagen auff gemeine weise fahren, wenn man den wagen auff *mn* ruhen liesse und an solche axen mit Ketten hängete.

Man dürffte nur einen anstatt der Schnell-Klauen, doch nicht rund, sondern cylindrisch geschliffenen Schieferstein in *a* und *b* ein fassen, und einen andern, so etwas ausgeründet in *cde* innewendig unter *f* legen, damit es mit dem stein auff *ab* liegen sollte, aber *ab* unbeweglich seyn, massen die 4 steine eine besondere Höhle seyn.

120. [Ein Blatt lang 8°. Auf beiden Seiten ziemlich schlecht beschrieben.]

[Erste Seite.]

Wenn das rad *A* im rade *B* umbgehet, soll es den bogen *de* vor sich hehr in der circumferenz des rades *B* fort treiben und damit den plaz darauff *A* marchiren soll, reinigen, dass kein Koth, sand, noch steinlein darinn hafften können. Ob rathsamer, dass *A* hohl und *B* erhaben oder das gegentheil, wäre zu untersuchen. Es mus verhindert werden, dass wenn der wagen starck gehet, und also hüpfet, das rad *A* nicht könne aus dem rad *B* heraus springen. ich glaube man brauche eben kein eisen dazu, sondern nur gut hart holz. Es ist auch zu bedencken, dass auff ungleichen wegen das grosse rad sich aus dem plano des kleineren zum öffteren wird geben und schieff stehen wollen, wenn das kleine gerade.

Fig. 173.

Anstatt *cd* vermittelst dessen *A* den bogen *de* forttreiben soll, könte in der inneren chaise oder höhle des rads *A* ein kleines rädgen oder röllgen gehen *f*, welches *de* fort triebe. Es ist aber zu besorgen, es werde das rad *A* zumahl bey geschwindem umblauff auff *f* steigen. wollte man die rolle oben sezen bey *g*, ist zu besorgen, es möchte sich *g* zwischen *a* und *b* klammern.

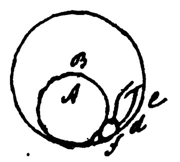
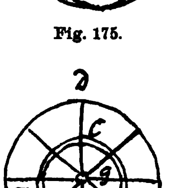


Fig. 174.

[Andere Seite.]

Si optimè eandem mihi correxisse videor in rotae *ABCD* cavitate concentrica *CB* super annulo *BECFB* (nonnihil extra planum prominente, ne radii *GC*, *GF*, *GB*, *GE* impediant) volvatur orbiculus *B*, sustinens axem, cui currus incumbit. In *G* autem concursu radiorum perforato, transeat axis, duas eiusmodi rotas conjungens inter se. ita non multum differet facies huius currus à communi Ex axe illo descendens perpendiculariter lignum atque ita incisum, ut orbiculi superiorem partem includat, serviet ad impediendum, ne exiliat orbiculus ille. ita etiam nihilo rota erit difficilior communi, nisi quod erit paulo maior, qualisque pro curribus altissimis adhiberi solet. Et polliceatur nihilominus, si ita e re esse videatur, anteriores rotae esse minores potest globus eius alium globulum propellere ante se cuius officium solummodo sit, viam purificare et arenulas aliaque obstacula amovere.

Fig. 175.



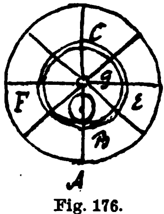


Fig. 176.

Der[1]) wagen schneidet so tief ein und hat eben so viel federn, als ein anderer.

Fig. 177.

Anmerkung. Da sich Leibniz in der Betrachtung über den Beginn des spanischen Erbfolgekrieges (Nr. 114), die wir in das Jahr 1701 setzen zu müssen glaubten, auf seine Erfindung bezieht, so werden die vorstehenden Betrachtungen über

1) Von hier an mit anderer Tinte geschrieben, also wohl späterer Zusatz.

die Wagenräder noch in das 17. Jahrhundert zu setzen sein. Seiner Gewohnheit gemäß[1]) teilt Leibniz dort nur mit, daß er einen verbesserten Transportwagen besitze.

Fuhrwerk.

121. [1 Blatt 4°.]

Wenn das Wagen- und fuhr-werck verbessert werden köndte, also dass eine grössere Last mit weniger Krafft zu ziehen wäre, würde solches nicht nur zur Lust und Bequemlichkeit, sondern auch fürnehmlich zur Nuzbarkeit dienen; massen wie bey amtes und Cammern mehr des zuviel bekand, was für ein ansehnliches durch die fuhren absorbiert wird, wie dann auch bey Feldzügen, sowohl Munition und proviand, als geschüze mit grossen Kosten und beschwehrung nachgefahren werden, der Landfuhren und Postwagen aniezo zu geschweigen.

Zu solchem ende düncket mich, ich habe ein ganz neues principium ausgefunden, so in folgendem bestehet: Es ist bekandt, mit was vor geschwindigkeit man vermittelst der schrittschuhe über das eiss fahren könne, auch dass ein pferd vermittelst eines schlittens auf dem schnee soviel könne ziehen, als sonst zwey. Zu geschweigen, dass ein pferd, so an einem schiff trecket, wohl so viel fortbringen kan, als 50 pferde zu land. Welches alles von dem glatten boden hehrrühret, wie dann eine Last auff einem vollkommenen plano leicht gezogen wird und dahehr auff einem stehenden Wasser nicht weiter widerstehet, als das wasser, so davon getheilet werden muss, aussträget. Wenn aber der Weg, ob er gleich weder auff noch abwärts gehet, gleich wohl rauh und steinigt, oder kothigt und tuff, so wird der Zug mehr von diesen Hindernissen, nehmlich dass der wagen an die steine anstosset und zurückprellet oder, wenn der boden zäh und lämicht, sich herausreissen muss, mehr als von der last an sich selbsten gehindert.

Auff meine weisse gehet der wagen allezeit auff glatten Boden, wie auff eise; und ob er gleich auff stein oder morast komt, so stosset er doch nicht an, und ist nicht schwehr heraus zuziehen.

122. [4 Seiten 2°.]

16 xbri 1686.

Eine Last durch rauhe und tuffe wege auff glatten fortschreitendem Boden und also sehr leicht zu führen.

Es soll eine Last, so auff 2 hintereinander stehenden rollen oder walzen *ee* oder *EE* ruhet, auff einen glatten Boden oder Schähmel *AB* oder *CD*, welcher auf den füssen *AF*, *BG* oder *CH*, *DL* stehet, fortgeführet werden dergestalt, dass wenn *ee* über *AB* gelangt, alsdann *EE* auff *CD* trete, darauff hingehe und zu diesem ende wieder (*A*) (*B*), so unterdessen fort- und vorgelauffen für sich finde, darauff abermals fort-

1) Vgl. hierüber Gerland, Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin. Berlin 1881. S. 399.

gehet und zu dessen ende wieder (*C*) (*D*) antreffe und so weiter. Es sind aber zwey rollen hintereinander nöthig, als 1*e* und 2*e*, damit die Last, wenn sie nur auf einer liegen solte, nicht hin und her wancke. Desgleichen muss jeder Schähmel, als *AB*, doppelt seyn, damit die Last jedesmahl auff 4 füssen, als *AF* zweymahl und *BG* zweymahl stehe, daher auch der andere schähmel *AB*, so in der figur nicht zu sehen, ebenmässig zwey rollen von der Last tragen muss, 1*e* zweymahl und 2*e* auch zweymahl, also dass solche auff 4 rollen oder rädern gehet, wiewohl sie in dieser Figur nur einmahl zu sehen. Zum Unterschied nenne ich die rollen, so

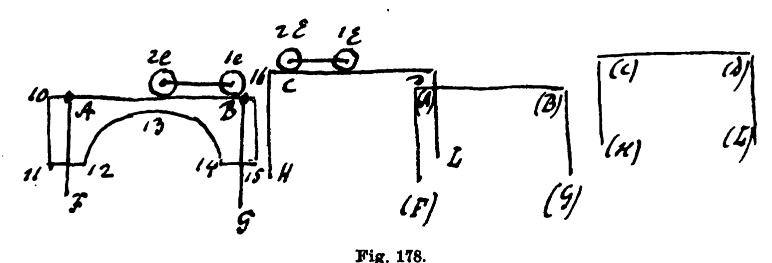


Fig. 178.

auff *AB* sind, *e* und, so auff *CD* sind, *E*, dieweilen auch in der that nicht die rolle *e* von *AB* auff *CD* tritt, sondern weil *AB* und *CD* nicht in einer Linie, sondern nebeneinander, so kan auch neben *e* eine andere rolle *E* gehen, davon die eine auff *AB*, die andere auf *CD* wechselsweise bei *H*.

Nota. weil zwey rollen 1*e*. 2*e* oder 1*E*. 2*E*, so ist die Last vertheilet und hat das mittel solche nicht allein zu tragen, im übrigen umb befestigung willen, und weil man gar grosse lasten führen will, so ist die figur des schähmels 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16, damit das gewölbe 12. 13. 14 besser trage, aber 10. 11. 12 und 14. 15. 16 ist wie ein schafft des fusses *AF* oder *BG*, dadurch selbige mit einer schraube gehet, welche schraube zu der Zeit durch die fortgehende last und ein daran gelegtes radt auff und ab geschwind gedrehet wird zu der Zeit, da sich die füsse erheben oder niedergelassen werden sollen, doch iedesmahl zu der Zeit, wenn der schähmel von der Last nicht beschwehret, sondern solche nach dem andern schähmel, also dass dieser, dessen füsse auff oder ab gehen solln, auff jenem ruhen kan.

Damit aber 1*E*, wenn es näher *D* komt, alda (*A*) (*B*) wieder für sich finde, so folget, dass in wehrendem Lauff die rollen *E* auff dem Schähmel *CD* und unterdessen, dass *CD* auff seinen füssen fest stehet, der vorige Schähmel *AB* seine füsse erheben, und an dem Schähmel *CD* hin, in dessen schliz er gehet, fortgezogen werden müsse, solches aber kan nicht eher angehen, bis beyde rollen von ihm ab. Dahehr so lange 2*E* lauffet von *B*. 2*e* bis 2*E*, bleibt die rolle 2*e* noch auff *AB*, und also kan der schähmel *AB* nicht eher gezogen werden, als biss 1*E* in die mitte von *CD* kommt (wenn nähmlich die Distanz der rollen 1*e*, 2*e* oder 1*E*, 2*E* halb so lang als der Schähmel) derowegen in wehrender Zeit, dass 1*E* gehet von mittel des Schähmels *CD* bis nach *D*, alda er (*A*) für sich finden soll, muss *A* gehen bis nach (*A*), das ist viermahl so viel von

1 *E* bis *D*; das ist der Schähmel muss 4 mal so geschwind gehen, als die Last oder als die pferde, so solche Last fortziehen. Waren aber die rollen, als 1 *E* 2 *E* (NB.) nicht so weit, als der halbe Schähmel von einander, welches dann zu erlangen, wenn man die Schähmel desto länger machet, so konnte man etwa erlangen, dass der Schähmel dreimahl so geschwind gienge, als die Last. Wie der trieb geschehe, soll hernach gewiesen. Die Duplirung der Schähmel und Rollen ist aus der hierbey stehenden andern figur am besten zu sehen, wie nehmlich der wagen 8 rollen hat und bald auf die 4 äussern 1 *E*, 2 *E*, 2 *E*, 1 *E* auff dem doppelten Schähmel *CD*, bald mit den 4 inneren 1 *e*, 2 *e*, 2 *e*, 1 *e* auff dem doppelten inneren Schähmel *AB* gehet, und macht der Wagen mit seinen rollen oder rädern (so etwa 8 Zoll hoch) ein parallelogrammum rectangulum, dessen fronte 1 *E*, 1 *e*, 1 *e*, 1 *E*, so die axe aller 4 fordern rollen, der rücken aber ist 2 *E*, 2 *e*, 2 *e*, 2 *E*, so die axe aller 4 hintern rollen; man kan forderste beyde axen, wie offt man will, zusammenhangen in der mitten oder auch von 1 *E* nach 2 *E* und von 1 *e* nach 2 *e*. So würde auch der wagen ohngefehr bei 1 *e* 1 *e* vermittelst der forderen axe von den Pferden *MM* gezogen. der innere doppelte Schähmel *AB BA* wird mit den Querbalken *AA*, *BB* zusammen gehalten; weil aber solches mit dem doppelten äussern schähmel nicht gehoben, sondern abgeschnitten würde, so werden dessen beyde theile *CD* und *CD* mit Bogen *DSD* oder *CSC*, so über den wagen oder über die ganze last herüber gehen, zusammengehalten.

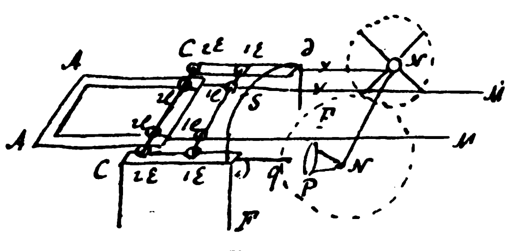


Fig. 179.

ferner ziehen die pferde zugleich eine Axe *NN*, daran zwey räder *NN*, deren radien etwa so hoch als am fuss *DF*. Diese räder haben nichts zu tragen und können also ganz schwach seyn, sind aber allein da, das gantze werck zu regiren und zu lencken, indem sie jedesmahl die gemeine Wagenspuhr (welche alhier auch da nöthig zu verändern, wenn man *AA* und *BB* kürzer zusammen zieht und also auch den bogen *DD*, so unveränderlich, unten einen etwas breiteren Fuss bei *D* haben lässet, damit *D* unter ihm sich dem andern *D* nähern könne) wahren beobachten oder wahren. Nun die Axe *NN* führet gleichsam schranken mit sich, zwischen welche die Füsse fallen müssen, dass sie nicht weit ausser der Spuhr zu stehen kommen und ist eigentlich vor die fordern Füsse, indem, wenn die wohlstehen, so richten sich die hintern des Schähmels, der sich stellen soll, nach den fordern des Schähmels, der schohn stehet. Ferner führet die *NN* auff ieder seite bei *N* einen Trichter *P* mit sich, innerhalb der räder, worein eine stange *D* von *D* oder *B* (auff ieder seite) gehet, nachdem *D* oder *C* voran; diese stange *Dq* lenket den Schähmel *CD*, ehe er noch seine Füsse fallen lassen und die Last empfange, so lang er noch am verlauffen ist, also dass er sich rechts, links, hoch oder niedrig geben muss nach dem Boden und der Wagenspur, daher sich *C* in *B* oder *A* in *D* etwas mus regen können, wenn ein Schähmel fast aus dem andern

gezogen, also dass bey einer weiteren fahrt doch einer aus dem andern nicht komme, sondern nach der Lenkung wieder zurecht gewiesen werde. Umb dieser Lenkung willen mus auch die Axe des Wagens 2*E*. 2*e*. 1*e*. 1*E* in der mitte zwischen 1*e* 1*e* umb einen Nagel oder stehenden Baum, so am wagen fest ist, gehen, umb sich lenken zu können, so mus die hintere Axe auch mit der Last folgen und auff die seite gehen.

Die Schraube oder der fuss kondte auch wohl ohne räder durch blosse Ketten oder seil auf- und abgezogen werden. Eine Schraube an einem theile des schähmels wird so weit hinauff oder hinab geschraubt, als die andere, und der hinter Fuss des fordern schähmels wird gemeiniglich so tief in die Erde kommen, als der fordere Fuss des hinteren, denn sie stehen bey einander. Kan nun der fordere fuss des forderen Schähmels nicht auch so tieff in die Erde, so mus nothwendig der fordere schähmel sich forn darnach auffrichten, kan er aber tieffer in die Erde, so mus er sich nieder sencken. Es geschieht aber die treibung der schraube von der Last vornehmlich hinten oder beim hintern fuss, denn da komt die Last zuerst an. Es ist auch dieses zu bedencken, dass der trichter zwar den fordern schähmel forn richtet, ehe er seine füsse niederlasset und komt er alsdann dem mittel des rades gleich zu stehen oder zu dem mittelpunkt des trichters allein; wenn die Last hernach darauff allmählig komt, wird er immer tieffer sinken, doch kann solches nicht schaden, dann alsdann ist der trichter nicht mehr da und ist rathsam, dass der trichter wieder fort sey, ehe die Last aufftritt, denn sonst würde der trichter etliche massen tragen müssen. Sonsten anstatt der schraube war auch ein ander mittel zur hebung und niederlassung der füsse. als gesezt des Schähmels *AB* fuss *AF* oder 27*F* sey am Ende eines wagebalkens 25. 27, so bey 22 umb den unbeweglichen axem 23. 24 herumb gehet. Und weil bey *B* dergleichen wagebalcken 26. 28, so ist das ganze parallelogrammum 26. 25. 27, 28 beweglich um einen axem continuatum 24. 29, so entweder realiter von 23 bis 29 durchgeführet, oder doch imaginariè auff der axem, so bey 29 passet, also dass wenn der gantze Schähmel *AB* auff dem andern Schähmel *D* ruht, so kan die last *e*, so etwa im fortgehen die seite 25. 26 niederdrücket, den Fuss *AF* oder 27*F* in die Höhe heben oder auch niederdrücken, weil unterdessen die füsse als *AF* vermittelst der oberen inwendigen Höhle des ringes 22 auff 25. 27 lieget, hingegen wenn der fuss stehet und der Schähmel *AB* sonst nirgends ruht, so muss der Schafft 20 den Galgen und dessen Last tragen und 20 hangt mit 21 an der Axe 24. 23, so durch den Wagebalcken 25. 27 geht. Diese Axe aber liegt auf der untern innern Höhle des ringes 22 oder loches des wagebalkens, so alles tragen muss. Der aufgehobene Fuss mus vor der Zeit nicht wieder fallen.

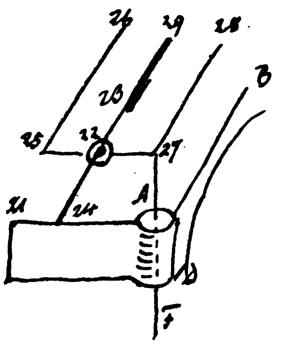


Fig. 180.

im übrigen man brauche diesen Modum des wagbalckens oder der schraube, so ist rathsam, dass man dem fuss ein gegengewicht gebe, so mit ihm in der wage und aufgehe, wenn er nieder geht et contra. so komt

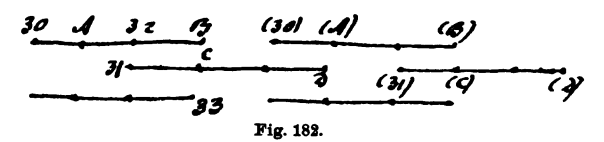
dessen last in keine consideration, so sonst wegen vielfältiger repetition des aufthebens gleichwohl etwas machet. || Sonsten ob gleich die füsse der beyden schähmel neben einander kommen, so ist doch rathsam, den fuss des innern schähmels unten also in etwas heraus zu biegen, dass er fast eben dahin in der Spuhr zu stehen komme, da der fuss des äussern schähmels || die füsse müssen auch unten nicht alzu spitzig, noch alzu breit seyn, doch unten enger, als oben, damit sie den Koth nicht mit sich in die Höhe heben. Es ist auch vielleicht rathsam, dass der Fuss unten nicht so platt sey, sondern die art einer portiunculae der radtfelgen habe, doch muss er rein seyn, wenn man eine schraube braucht, denn der soll sich in die Höhe drehen. Es soll auch billig jeder fuss sich etwas sperren und auswärts stehn, so steht er fester; weil auch vielleicht die lufft den fuss nicht gern auss dem Koth lassen will, weil er gerad heraus soll, so wäre ein löchlein durch den fuss guth, dass die lufft durch kondte, sonst wird er im Herausziehen gleichsam klatschen, sonderlich, wo die Erde zäh und nicht fliessend. doch wo sich der fuss, so auswerts gebogen, etwas regete, kassirte diese consideration, indem er nicht so gerad heraus gienge. Es ist aber sonst das gerade herausgehen gut, so darff er in der erde nicht pflügen.

Fig. 181.

Damit die rolle *E* auff *CD* nicht schleiffe, so drunter hingehen soll, in wehrender Zeit, dass die last mit der rolle *e* auff *AB* gehet, und also *CD* von *E* oder der Last nicht gedrücket werde, so kan man machen, dass es etwas niedriger von *E* weiter ab, wenn es auff *AB* lieget, als wenn *AB* auff ihm lieget, item, dass *CD*, so eine Breite hat, etwas kippe, nachdem sein fuss weg und also von *E* abgehe, item, dass *E* auff eine seite sich drehen lasse auff seiner axe, nicht auff die andere und vermittelst einer auffwärts gehenden schraube. Damit es in der axe, wenn es auch nur ein kleines theil vom gang umbgehet, sich alsbald etwas vom boden erhebe; wenn aber *E* contra wieder gehet, oder auff seinen schähmel *CD* zu gehen komt, dreht es sich sogleich wieder zu.

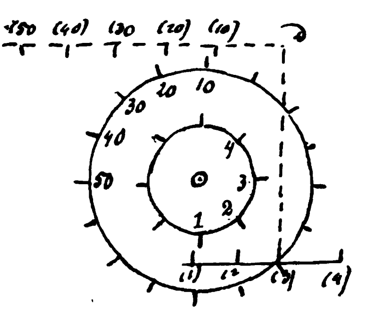
Man muss auch bedacht seyn zu verhüten, dass sich der schwebende Schähmel, so auffm stehenden fortgezogen werde, zwischen dem schliz, darinn er gehet, nicht klemme, welches zu besorgen ganz zum äussern und ganz zum ende des zuges, weil er alsdann weit hinaus stehet. wenn es bald gegen das rad gehet, köndte es der trichter verhüten (wiewohl selbiger nicht eben alzeit darauff passet, sondern zu Zeiten nieder drücket und also nicht tragen hilfft, zu geschweigen, dass er erst zuletzt in den trichter kommt) da er sich breiten kan und da keines Klemmens mehr gedacht; die last oder der wagen köndte mit einer vorn und hinten hinausgehenden stange vielleicht etlicher massen des äussern Schähmels bogen tragen und verhindern, dass er nicht könne zuviel untersinken, bis er so weit herfür, dass er im trichter und Zeit sich zu lenken. Doch will sich die Last nicht wohl dazu schicken, weil solche nicht wohl darauff passet, denn was hier tragen helffen und gegen das Klemmen soulagiren solte, müste perfect passen. Denn viel kan sich der schwebende schähmel ohne dem nicht niederlassen. Derowegen ist wohl das beste remedium, dass man allezeit einen schähmel viel in dem andern lasse, ie länger, ie besser und dann dass sich der herfür lauffende Schähmel mit dem herausragenden theil

biegen und lencken könne. Und sehe ich nicht, was die oberflüssige länge hindere. Als gesezt, dass *CD* mit einer schneide, so. seitwärts und horizontal, in einem schliz des schähmels *AB* gehe, so kondte anstatt *AB* die länge seyn 30.*AB* und anstatt *CD* die länge 31.*CD* und


Fig. 182.

wenngleich *CD* so weit hinaus geführet, als es soll würde es doch mit 31.*C* (so vielleicht die helffte von *CD*) in dem schliz des schähmels *AB* bleiben. Hingegen, wenn *CD* stille steht und *AB* hinaus geführet wird nach (30)(*A*)(*B*), würde doch (*A*)(*B*) mit (30)(*A*) noch auff *CD* liegen und sich also desto weniger klemmen; die füsse aber sind unter *AB*, *CD*. Desgleichen ist auch die lenckung bei *A* und bey *C*. Ueberdiess so kan man machen, dass wie *CD* in einem schliz von *AB*, also wiederumb *AB* in einem schliz von *CD* gehen, und dann so können röllgens fast den schneiden und schlitzen gleich hinein geleget seyn am ende der schneide sowohl, als des schlizes, weilen der schwebende schähmel *CD* mit seynem ende 31 oben bei 32 anlieget, und daher müsste 33 auch ein röllgen haben.

Nun ist noch vornehmlich übrig nachzuweisen, welchergestalt der schwebende Schähmel fortgetrieben werde, dass er der last vorlauffe und solches bald mit dem einen, bald mit dem andern schähmel alternis geschehe. Solches aber besser zu verstehen, wird zuvor zu melden seyn, dass ein radt, so auff einer recta linea entweder volvendo oder vermittelst Zähne fortgehet, und doch auch zugleich nur seinen oder eines an seiner welle sitzenden rades Galgen (oder auch einem Seil) eine andere gerade Linie forttreibet oder ziehet, solche weiter treibe, als es still liegend umbgangen und also solche zugleich treibet und mit sich führet. Denn gesezt, dass umb den axem ⊙ gehen 2 räder 1, 2, 3 etc. und 10, 20, 30, 40, 50 etc., davon dieses noch eins so gross, als jenes oder sonst eine andere proportion habe und jenes als das kleinere griffe in eine unbewegliche Klammer oder Baum (1) (2) (3) etc., dieses aber als das grössere in einen beweglichen (10) (20) (30) (40) (50) etc. Wenn man nun entweder den wellbaum 34 fortziehen oder das radt 1 2 3 nach dieser ordnung umbdrehen will, so gehet dieses radt so wohl fort, als umb und misset gleichsam in seiner circumferenz volvendo den Kam̄baum (1) (2) (3). Nur wenn der Zahn des


Fig. 183.

kleineren rades 3 auff den Kamm (3) seines Kammbaums, weil 50 gegen 3 über, nun stehet 3 unten bey (3), ergo 50 oben über 3, nehmlich bei *D*, ergo ist (50) auch geführet bis nach *D*, nehmlich durch die Distanz (50)(10) mit der Distanz (10)(*D*), das ist (50)(10) mit (1)(3) und also der weg, den das am beweglichen Kammbaum angreiffende Radt, wenn es stillstände, seinen Kam̄baum fortführen würde, mit dem wege, den das radt, so am

unbeweglichen Kammbaum lieget, selbst mit fortgehet. Derowegen, wenn man will, dass der Kammbaum (10)(50) soll viermal so geschwind gehen, als die axe ⨀, so muss seyn $50 \cdot 10 + 1 \cdot 3 = 4$ mahl $1 \cdot 3$, ergo $50 \cdot 10 =$ dreymal $1 \cdot 3$, ergo mus das radt $10 \cdot 50$ 3 mahl so hoch sein, als das radt $1 \cdot 3$, wiewohl es hier nur eins so hoch vorgestellet.

Das treibwerck zu erklären wird dienlich sein, einen orthographischen oder Seigerriss darzustellen, nebmlich wenn man den wagen von hinten ansiehet oder wenn man einen Vertikalschnitt thut, eben zu der Zeit, da die füsse *A*, *F* und *C*, *H* neben einander und die rollen *E* und *e* (deren diameter alhier nur die orthographische potenzieret) auff den schähmeln über *A* und *C*, wird man gegenwärtige section oder Standtriss bekommen, ausser dass die räder davon bald hernach in etwas hinter einander und nicht in einem plano verticali ad axem *Ee* parallelo. Von diesem also scheinenden Labyrinth zu evolviren, so ist der ausswendige Schähmel 40. 41. 42. 55. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 40, der inwendige aber ist 50. 51. 52. 57. 58. 53. 54. 55 *A*, 42. 56. und gehet bei 55 mit einer schneide in einem schliz oder recessum des auswendigen Schähmels 44. 43, doch etwas fester hierin, als hier bedeutet. Der wagen der last oder desjenigen, so mit 2*e* fortgehet, geht herunter in etwas zwischen die beyden schähmels und trägt angewege. Darinn liegen die wellen, so horizontal, nehmlich die eine 60. 61. 62. 63, die andere 70. 71. 72. 73, jene etwas höher; diese etwas niedriger, und da es nöthig, etwas hinter der andern, damit die angewege von oben hinein vom wagen ab angebracht werden können. iede welle trägt zwei Räder, ein grosses und ein kleines. Nehmlich an der Welle 60 ist das kleine rad (oder Driliz) 64. 62. 63, das greifft in des schähmels *AB* Kammbaum, dessen einer Kamm, so oben repräsentirt, ist 57. Gesezt nun, dass der Schähmel *AB* aniezo unbeweglich sey, daher, wenn das radt 62 mit der axe *Ee* (alles von den pferden gezogen) fortgehet, so wälzet es sich unter dem Kammbaum 57 des unbeweglichen schähmels und umbgehende treibt es mit sich eine welle 60. 61. 63 und darauf das feste radt 60. 61. 67,

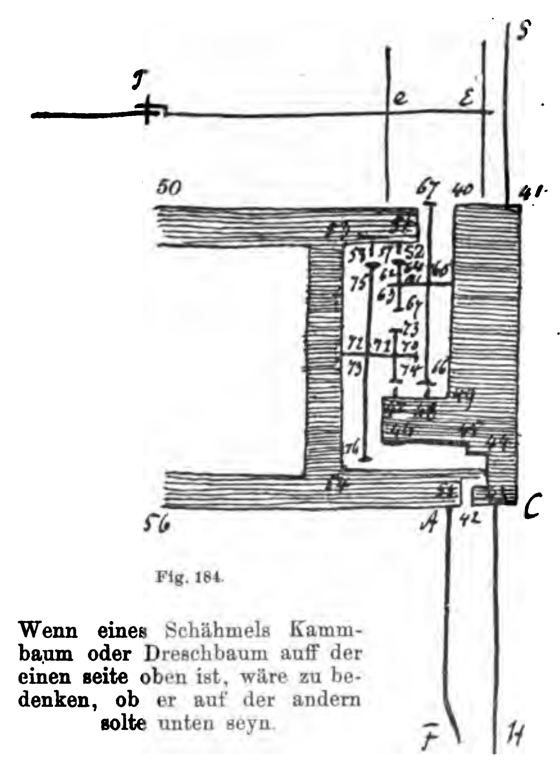


Fig. 184.

Wenn eines Schähmels Kammbaum oder Dreschbaum auff der einen seite oben ist, wäre zu bedenken, ob er auf der andern solte unten seyn.

welches unten bey 66 in den Kamm 48 (so den Kammbaum des iezo schwebenden oder beweglichen Schähmels bedeutet) greiffet und also solchen Schähmel *CD* forttreibet und zwar 4 mahl so geschwind, als die pferde oder *Ee* oder 61. 62 fortgehet, wenn das radt 66. 61. 67 3 mahl so gross ist, als das radt 64. 62. 63, wie aus dem folget, so pagina praecedente sub finem erwiesen. weilen aber aniezo die andern rädter an der welle 70 auch angreifen, welche sich ebenso verhalten, nur dass alhier das grosse radt 71 mit dem rade 74 in den Kammbaum 47 des Schähmels *CD* griffe, so würde das contrarium des vorigen herauffkommen, wenn die räder 71 und 72 mit einander giengen. Denn da vermöge der vorigen welle 60 der schwebende Schähmel *CD* 4 mahl so geschwind gehet, als die pferde oder als die centra der räder, so solte vermöge der welle 70 der schwebende Schähmel *CD* langsamer, als diese centra der räder gehen. Solche contradiction zu vermeiden, so müssen die räder 71 und 70, wenn deren ober ende 43. 75 retrorsum deorsum gehen, einander nicht mit ziehen, sondern frey indes vor sich umbgehen. Hingegen geschieht das contrarium, wenn der Schähmel *CD* unbeweglich und *AB* schwebend, alsdann gehen 73. 75 retrorsum deorsum und also diese räder nehmen einander mit und geschieht der effect, dass *AB* 4 mahl so geschwind geht, als die axes der räder, hingegen gehen alsdann die oberen räder 64. 67 der räder 62. 61 an der Welle 60 retrorsum deorsum und gehen also die räder jedes absonderlich, wie es kan, ohne einander zu führen, dass man zwey räder auff einer welle, wenn sie einen gewissen weg beyde gehen, als antrorsum deorsum (welches ebendas als retrorsum sursum) einander führen und zusammen tragen, wenn sie aber beyde contra, nehmlich retrorsum deorsum (oder antrorsum sursum) gehen, von einander abgesondert gehen können; welches schöhn herauskomt, wenn ein radt auf der welle fest, das andere aber, nehmlich das grosse, nur antrorsum sursum, nicht aber retrorsum deorsum von der welle gezogen wird.

Durch dieses mittel erlangen wir auch, dass die räder stets in ihren Kammbäumen bleiben und also gewiss gehen. anstatt der Kammbäume werden es vielleicht besser Dreschbäume seyn können mit Driebstöcken, also dass 57. 58 oben und 47. 48 unten jedes ein Driebstock sey, so können wir mit zwey Kammbäumen die 4 räder vorbringen, in maassen es just passet, dass 57. 58 oder 64. 79, so darin griffen, in einer linie, desgleichen, dass 47. 48 oder 74. 66, so darin griffen, auch in einer linie ratio, dieweil 74. 71 mit 72. 79 just soviel machet, als 64. 62 mit 61. 66. Solte nun gleich eine welle, als 70, etwas hinter die andere 60 kommen, köndte solches doch nicht hindern, weil der Kammbaum hinten, wie forn. Wie es nun auff der einen seite dieses fuhrwercks, so ist es auch auff der andern, obschohn die Hälffte nur in diesem Standriss vorgestellet. Die Axe daran 21 kan sich mitten umb den Nagel *T*, so perpendicular ist, lencken und scheint nunmehr alles zur genüge explicirt zu seyn.

Anmerkung. Das hier abgedruckte Manuskript Leibnizens trägt von seiner Hand rechts oberhalb der Überschrift die Bemerkung: Addatur Latina descriptio sed minus perfecta 12 xbri 1686. Wir haben hier also einen ähnlichen Fall zu verzeichnen wie bei der Verwendung der Kraft des Windes zum Betrieb von Pumpen. Die Abhandlung vom 12. Dezember 1686

ist in der Tat in Leibnizens Nachlaß vorhanden, doch ist von ihrem Abdruck abgesehen, da sie Leibniz selbst verwirft, der Gegenstand auch entfernt nicht das gleiche Interesse bietet wie seine Vorarbeiten zur endgültigen Lösung der eben genannten Aufgabe, an Länge ihr fast gleich kommt, in der Klarheit der Darstellung aber hinter ihr zurücksteht. Als Beispiel der Sorgfalt und Umsicht, mit der Leibniz seine technischen Entwürfe ausarbeitete, dürften die oben mitgeteilten Entwürfe zur Anwendung der Windkraft wohl genügen. Dazu kommt, daß einige weitere ziemlich umfangreiche Arbeiten Leibnizens über Rollfuhrwerk mitzuteilen sind, auf die er in der vorliegenden Arbeit in einer links über die Überschrift gesetzten Bemerkung, soweit sie leserlich ist, mit den Worten hinweist: „Man hat hiernach anstatt der räder Ketten machen wollen vid. Figuram zuletzt Majo 1697. Alle Räder mit Zähnen abgeschnitten."

123. [2 Seiten 2°, zur Hälfte beschrieben.]

Zwey Räder *aa* mit ihrer Axe, gestelle und Deistel *bbb*. Durch die Axe gehet ein Nagel *c* und selbiger Nagel gehet noch durch die Stange *cd*, welche den Rollwagen *effe* (*e*) (*f*) (*f*) (*e*) zieht. Nehmlichen der Rollwagen hat vorn Axe mit 4 rollen, deren 2, nehmlich *ee* sind auswendig und die andern *ff* inwendig, in dieser Axe mitten ist ein Loch, und gehet ein Nagel so wohl durch das Loch, als die stange *cd*. ein solcher Nagel ist fest in dem gerüste *gg* (*g*) (*g*), so auff dem Rollwagen lieget und die Last träget. Dieses gerüste oder parallelogrammum hat Hacken, des gleichen an (*g*) (*g*), beim Nagel in der mitte fest, der durch die hintere Axe (*e*) (*f*) (*f*) (*e*) gehet. Ueberdiess trägt solches Gerüste ein gestelle *hh*, darin 2 gezahnte Räder *k*, *l* in ihren Axen *m*, *n* gehen und zwar auff der einen seite sowohl, als auff der andern. An den Axen *nn*, daran die Räder *ll*, ist eine rolle *p*, daran ein Strick *pqqq*, so vermittelst einer stange *rr* den Träger (davon hernach) ziehet, an der Axe *nn mm*, daran die Räder *kk* und 2 rollen *tt* vermittelst der stricke *sss* die stange *rr* und also den andern Träger[1]), davon hernach, ziehen können.

Der neue träger ist *wxz* 3456, steht auf 4 Füssen *wwww*, deren auff jeder Seite zwey, in seinen Tragbalken *x* 3 ist eine Rinne *x* eingeschnitten, so längst an ihm hingehet, der absaz 666 dieses andern Trägers, wie eine leiste. Oben auff dem Träger ist auch eine Balze oder rinne 777 etc. Darin gehet die rolle *e*, item oben auff solchen Tragbalcken sind etwa 45 Zähne *zz*, darein das radt *l* greiffet, so etwa 22 Zähne hat, der Galgen oder der thorkel 454 hält die beiden Wagbalcken, deren einer auf der rechten, der andere auf der lincken seite ist, zusammen und trägt zugleich die beiden stangen *vv*, so von den Stricken gezogen werden.

Gleiche Bewandtnuss hat es mit dem inwendigen Träger, dessen füsse (*w*) (*w*), seine Zähne (*z*) (*z*), nur dass er keinen galgen hat, sondern seine beyden tragebalcken werden von unten zusammengehalten; hat auch nur eine stange *qq*.

1) Am Rande: Träger, alias Schemel.

Wenn man nun iezo an der Deistel *bb* und also an dem Rollwagen *efgh* ziehet, so wird die einzelne mittlere grosse Rolle *p* nachgezogen und also mit dem Strick *q* die stange *r* des inwendigen Trägers; inzwischen komt das radt *ln* auff die Zähne *z* des auswendigen iezo mit seinen Füssen *ww* stillstehenden Trägers und gehet also solches radt *ln* umb. Dadurch dann auch seine axe *nn* umbgehen muss und zugleich die mittlere grosse rolle *p*, welche den

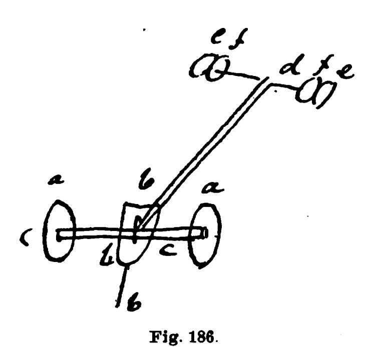


Fig. 186.

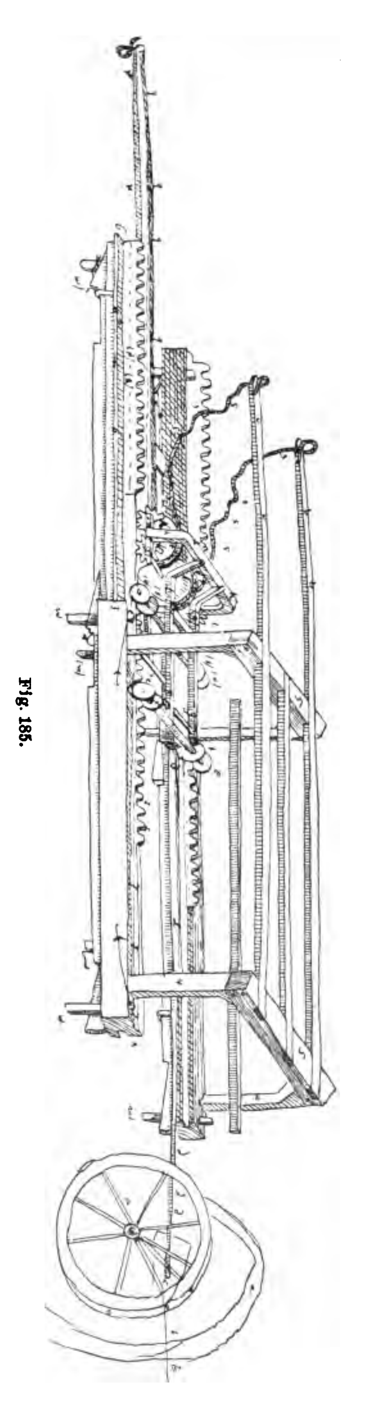


Fig. 185.

strick aufwickelt und also die stange *rr* mit sam̄t dem träger (*w*)(*w*) nach der Deistel zu gehen machet und zwar umb so viel desto geschwinder, dieweil die rolle *p* noch eins so gross ist, als die räder *ln*, daher ehe und bevor das radt *ln* auf den Zähnen *z* zu ende komen, der träger (*w*)(*w*) ganz hervor laufft, damit er hernach die von dem vorigen Male abtretenden rollen empfangen und wechseln könne; nehmlich aniezo gehet der Rollwagen mit freyen Rollen *e*(*e*) auff dem ruhenden Träger, dessen füsse *ww* auff dem boden ruhen, hernach aber soll derselbige träger seine füsse *ww* aufheben und hingegen der zuvor gehende seine füsse (*w*)(*w*) niederlassen und stillstehen, damit der Rollwagen mit den rollen *f*(*f*) auff ihn treten könne.

Den Wechsel betreffend, so ist unter jeden Tragbalcken *xz* eine Leiste 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14, welche die füsse 14*w* und 14*w* in die Höhe

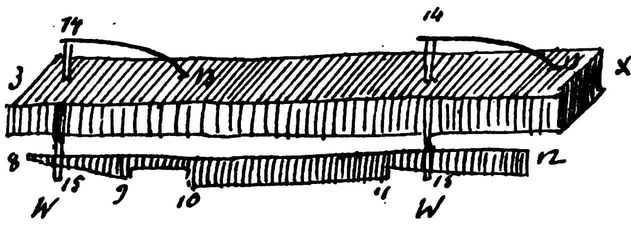


Fig. 187.

Es ist der fehler im Modell, dass die beyden Leisten des stehenden und gehenden trägers nicht ieder apart. eine feste hindernuss finde, so aber gegeneinander gehn, welches aber unrichtig, weil sie beyde einander weichen und daher nicht eben allemahl präcisè das nachgeben unter einander theilen, sondern der eine zu Zeiten mehr als der andere nachgibt, daher der Wechsel nicht richtig geschieht. Die stricke sind auch nicht allezeit gespannt, daher verwirrung entstehet, und also wären lauter räder viel besser.

heben wollen, so dann auch geschieht, wenn dieser träger gehen soll, und dann stehet die Leiste also, dass die schmahlen orther 8 und 11 über die Hacken 15 der Füsse *w* zu stehen kommen und also die Hacken hoch genug hinauff können. Wenn aber die leiste mit dem tragbalcken anders gehoben wird und die beiden orther 9 und 12 über die Hacken 15. 15 zu stehen kommen, so werden die Hacken samt den füssen und der feder dadurch niedergedrückt, so dann geschehen muss, wenn der träger ruhen und die last oder der Rollwagen auff ihm gehen soll.

Wenn es nun derowegen an dem ist, dass der wechsel geschehen soll, und der innenwendige träger zum exempel weit genug hinauss, das radt *l* auff die Zähne *zz* fast zum ende gelauffen, so muss die leiste des inwendigen oder annoch fortgehenden trägers an dem tragbalcken des auswendigen und annoch stillstehenden trägers eine hindernuss finden, damit sie mit ihren tragbalcken nicht fortgehen könne. So geht der wagbalcken selbst mitsamt dem Zahn (*w*) fort und der Hacken (15)(15) komt unter 11 und 12, dadurch wird er nieder gedrückt und der Fuss (14)(*w*) kommt zu stehen. Und ist der innewendige träger, so bis her gelauffen, nun mehr zum tragen geschickt. Hingegen damit der bishehr stillgestandene auswendige träger zum lauffen geschickt gemacht werde, muss er füsse in die höhe heben, welches geschieht, indem der innewendige annoch fortgehende träger in eben dem tempo, da seine füsse niedergelassen werden, oder vielleicht gleich darauff mit einem Hacken in die Leiste solches bisher stillgestandenen trägers greiffet und solchen mit sich hinaus ziehet, also 9 und 12, so über 15*w* und 15*w* gestanden, davon weg und hingegen 8 und 11 drüber kommen, so hebt der träger, so bisher gestanden, seine füsse vermittelst der federn 13. 14 in die höhe und ist zum gehen geschickt. Darauff dann die Rollen *ee* von ihm ab und hingegen die Rollen *ff* auff den inwendigen träger treten.

Es ist aber wegen des tempo zu beobachten, weilen zu besorgen, es dürffte wegen fortziehung der lasten zuviel spatii oder ein allzu langer Lauff erfordert werden, dass es mit kleinen rädern, die da nöthig, geschehen köndte.

Es ist noch zu machen, dass ln und km nicht einander gleich stehen, sondern ln mehr auswerts, und km mehr einwerts, damit jenes auff den Zähnen zz, und dieses auff den Zähnen $(z)(z)$ gehen könne.

Anmerkung. Diese Zeichnung und ihre Beschreibung stammen wie die vorige aus dem Jahre 1686, wie sich aus einem Brief aus Scharzfeld vom 29. Januar 1687 ergibt, der allerdings keine Unterschrift trägt. Doch geht aus ihm hervor, daß Leibniz sich nicht mit seinem Entwurf und den ihn darstellenden Zeichnungen begnügt hat, sondern daß er ein Modell davon hat anfertigen lassen. Der Wortlaut dieses Briefes ist der folgende:

Den Herren Hofraht zu beirichten wehgen des ehrsten modelles, so bin ich so weit dermit kommen, das es beiginnet zu gehen, aber noch one fühsse, sondern rutzet auf dem Dische und lest gehward ich[1]), das der hinterschehmel so geschwint durchfahret, es wirt aber den kleinen gezahnten rehdern etwas sauer, den es hehbetet sich die last auf, also das es über die kammen weck rutzet, und mus also die last mit Blei beischwehren, das es nider gehalten wirt, ich werde aber alles auf das neue wieder anfangen müssen, weil ich in ein unt andern Dinge gefehlet habe, welches aber balt geschen kann, unt ich nuhn der arbeit besser kann abwarten; mich wundert das der Hofraht nichts geantwortet hat, da ich vermeldet, das es mit schnüren auf rollen anstatt der Zaanrähdern kan gezogen werden, der Her Hofraht lassen sich nicht verbangen, es sol geliebtes gott balt zum stande kommen

gott beifohlen gegehben Schartsfeld den 29 januar 1687.

Der Inhalt des Briefes beweist, daß es ein Modell des obigen Entwurfes war, das Leibniz in Arbeit gegeben hatte, die Orthographie des Briefes legt durch Vergleichung mit der von Leibniz angewendeten die Annahme nahe, daß ein Handwerksmeister den Auftrag erhalten hatte. Es ist nicht wahrscheinlich, daß das Werk damals zur Ausführung kam.

124. [3 Seiten 2°.]

initio anni 1697.

Das Rollwerck hat auff geder seite 2 räder, iedes von mittelmässiger grösse, sonst gehen sie zu schwehr in ihren axen und müssen zu offt umblaufen.

Diese Räder gehen auff balcken und zwar also wechselsweise, dass wenn der eine ruhet und auff seinen füssen stehet und also das Rollwerck träget, so laufft unterdessen der andere für.

Die Räder können gehen, entweder in dem Balcken, als in einem reiffen, oder auff dem Balcken, als auff einer schärffe und dergestalt wäre die reiffe in den Rädern.. Welches das beste, wäre zu überlegen, ich solte fast das letztere wählen. Doch müssen die Räder abtreten und gleichsam weg gehen im Wechsel, wenn sie von einem Balcken auf den andern sollen,

1) letzt bemerkte ich.

damit der gehende Balcken, so sich an den stehenden anschliessen soll, sich rechts und links, auff und nieder nach dem Grund und nach dem wege lencken könne, wiewohl diese Freiheit der Räder nicht zu gross seyn muss, damit sie hiernach sich wieder in die Spuhr des neuen Balckens finden.

Die Balken sind also in einander eingereiffet, dass sie wechselsweise an einander gehen und einander tragen können. Scheinet daher dienlich, dass iedes radt doppelt sey an einer Axe, damit bald das eine, bald das andere auff den Balcken, so gerade unter ihm ist, aufftreten, wenn aber der Balcken getragen wird und gehet, so hanget er etwas nieder und wird also von keiner rolle nicht gerühret, sondern gehet unter denselben hin. Doch wäre dieses zu überlegen, ob nicht die Pahren hinter einander seyn können und dem Radt auch nöthig sey und hernach der Balcken, so gehen soll, sich an die seite begebe.

Ohngeacht des einreiffens eines Balckens in den andern, muss doch gleichwohl einer an dem andern sich hencken können, wie schohn erwähnet.

An dem Rollwerck ist eine stange, darumb gehet eine Kette über Drillen. Und überdiess, so gehet diese Kette auf einer Drille mit gabeln, welche an der Axe des einen Rades des Rollwercks fest ist. Sie ist mit gabeln versehen, damit die Kette nicht darauff rutschen könne, also umb soviel gehet die Kette geschwinder als das Rollwerck. Doch wenn man die Bewegung der Kette gegen den Tragboden oder Balcken halten will, so hat sie eine doppelte Bewegung, denn sie gehet mit dem Rollwerck fort und noch dazu auff dem Rollwerck selbst, muss man also beydes zusammen nehmen, umb die rechte geschwindigkeit zu haben

Wenn das Rollwerck von dem einen Balcken abtritt und auf den andern gehet, alsdann ist es Zeit, dass der Balcken, so nunmehr frey worden, seine füsse in die Höhe ziehe. Solches geschieht, indem das Rollwerck oder eine stange, so daran etwas hinauss, auff den verlassenen Balcken an etwas stosset. Dadurch köndten die federn losspringen und die Füsse in die Höhe heben, solche federn köndten zugleich den Balcken verstercken und befestigen helffen.[1])

Man köndte auch wohl machen, dass die Füsse im Hinaufgehn den Koth abstreifen müssen, in dem sie durch ein loch gingen.

Indem nun solches aufheben der füsse geschieht, so hängt sich zugleich der erledigte Balcken an der Kette an, und wird von ihr an dem Reiffen des andern nunmehr stehenden Balckens fortgeschoben oder fortgetzogen.

Die Kette gehet, wie gedacht, umb eine stange herumb, und damit dasjenige, so von der Kette an den lauffenden Balcken herumbgehen soll, von den Rädern und deren Axen nicht abgeschnitten werde und vorbei könne, so muss solches über die Axe hingehen und also den äussern Balcken auswendig, den innern aber inwendig ziehn.

Wenn der lauffende Balcken sich an dem stehenden wieder angeschlossen, so müssen sich seine füsse wieder nieder geben, und er muss sich nach dem Boden und nach den strengen oder Pferden richten.

---

1) Am Rande: Ist die Frage, ob die Krafft des hebens von der stange oder von der feder zu verrichten.

Die Stange vom Rollwerck, darumb die Kette gehet, kan so breit über die Kette herauss lauffen, dass die strenge von den pferden daran gehen, und wird man sehen, ob rathsam, sie gespalten zu machen, dass doppelte strenge daran kommen. Solche Stange richtet sich also nach den pferden und kan die Stellung der tragbalcken regiren helffen.

Damit die stange, so den tragbalcken mit seinen füssen ab- oder ausspannet, nicht nöthig habe, so lang zu seyn, als der Balcken vorn und hinten hinausstehet, so köndte eine stange am tragbalcken seyn, so lang als *ne* [nötig], so umbgedrehet würde und dadurch die Ab- und Anspannung der füsse und was sonst zur anhengung nöthig zuwege brächte.

Weil die beiden stehenden tragebalcken gegeneinander über, nicht allemahl recht parallel gegen einander stehen können wegen des ungleichen Bodens, so wird nöthig seyn, dass sich die Axe mit ihrem radt und mit der stange am Rollwerck darnach richten und lencken, also etwas auff und ab, auch zur seite gehn könne. Und daher ist nicht nöthig, dass die Axen am Rollwagen vor beyde balcken quer durch gehn und also nur zwey axen seyn, sondern es könnten der axen viere seyn. welches nun am besten, dass die Axen ganz durchgehn, oder nicht, wäre zu überlegen.

[Das Folgende ist mit anderer Schrift und Tinte geschrieben, also wohl ein späterer Zusatz.]

Ob es auff lauter Walzen gehen? Re.[1]) nein, denn sie müssen einander treiben und also alle geschwind umblauffen, dabey kein Vortheil. Einander treiben müssen sie, umb das radt mit dem seil umbzutreiben.

Der galgen der zusammenhaltung, wenn er bleiben soll, muss in der mitte des gestelles seyn und das gestelle sich daran, als ein wagebalcken hencken können. Fragt sich, wie zu verhüten, dass der galgen nicht umbfalle, so zur vorbeylassung ist genug wegs oder länge.

Das radt, darauff die Kette gehe, muss dreymahl so hoch seyn, als das rollradt.

Wenngleich keine zusammenhaltung, wie am galgen, so würde es doch von der Kette nachgehoben und also der fehler, wo sich einer befände, corrigirt werden.

Zur Lenckung gerundet, . . .[2]) weit geworden und wieder enge, umb hinein zu lencken. Deistel lencket sich vorhehr und zwinget den wagen sich, sobald er kan, nachzulencken.

Stehende Walzen hinten und forn vom Rollwerck. 3 mahl so lang, als der halbe weg auff dem tragbalcken.

Anstatt einer rund umbgehenden Kette köndte eine Kette mit zwey enden seyn, damit das forderste radt am Rollwerck ziehe, das hinderste radt vorgestellet wird, wie sich ein seil oder eine Kette aufwickelt, so wickelt sich das andere ab.

Der galgen köndte vielleicht doppelt bleiben, doch dass das gestelle darauff spiele und sich nach dem ungleichen boden richten könne.

Anmerkung. Unter dem Datum am Kopf dieser Notiz hat Leibniz bemerkt: „Hernach den Majô besser. dabey wird es bleiben können, doch sind hier einige notationes, so auch zum folgenden guth." Mit dem Folgenden ist die sich hier anschließende Arbeit gemeint.

1) Respondeo. 2) Unleserlich, wohl Trichter s. Nr. 122.

125. [4 Blatt 2⁰ mit breitem Rande. Auf diesen hat Leibniz auf der ersten Seite die folgenden Bemerkungen gemacht, die als Einleitung voranstehen mögen.]

[Randbemerkung.]

Diess ist die dritte Art vom rollwerck und scheint die leichteste und sicherste. Die Erste vor mehr als 10 jahren von mir entworffen[1]), so mit zähnen oder schnühr, und ob sie wohl mit Zähnen von mir beschrieben, so ist doch mit der Kunst in etwas exequiret worden von Holz[2]), mit Zähnen aber von Eisen. Die andere Beschreibung ist etwa vor einem Halbjahr vorgenommen worden, mit Zähnen; aber bey der excellentior habe gesehen, dass solche Weisse viel ungelegenheiten habe. Und bin also letztens auf diese gegenwärtige gekommen. Bey der ersten mit der schnuhr war die angelegenheit, dass die schnuhr nicht allezeit gespannt, habe zwar mit faden verhütet werden können. Die jezige weise aber mit der gegenschnuhr ist besser. de qua vid § 28.[3])

Die sach wichtig, die Artillerie in bössen wegen als in Italien und flandern fort zu bringen. Davor sich der freund nicht hütet. Man würde auch auff diesen Wagen fahren, wie in einem schiff, ohne viel anstossen, also dass man schreiben köndte und andere Dinge verrichten.

Es wäre besser gewesen, wenn man nicht die forderen und hinteren Dinge mit einem Buchstaben benennet hätte, sondern die forderen anders als die hinteren, und hingegen die rechten und linken, so einander antworten, nehmlich beyde vorn seyn, oder beyde hinten mit einem Buchstaben, die rechten ohne, die linken in Parenthesi.

[Inhalt des Blattes selbst.]

Hanover 27 Maji 1697.

1̂. Das absehen des Rollwercks ist, dass die Last allezeit auf glattem Boden gehe.

2̂. Muss also der Boden mit der Last fortkommen.

3̂. weilen aber der boden und die last nicht zugleich fortgehen können, sonst gehöhrete der Boden zur Last, indem er mit samt der Last, die er traget, fortgezogen werden müsse.

So folgt 4̂. dass entweder der Boden und die Last wechselsweise stillstehen, also dass wenn der Boden still, die Last auff ihm gehe; und wenn sie am ende des Bodens, alsdann sie die Last mit ihren eigenen füssen gleichsam aucher auff dem natürlichen oder Erdboden werffe und davon getragen werde; damit der künstliche oder glatte Boden inzwischen fortgehen und wieder fürlauffen könne und alsdann die Last von neuem empfangen; also dass sie zwar zu Zeiten auff dem natürlichen Boden ruhe, doch allezeit auff dem glatten Boden gehe.

Oder aber 5̂to weilen auff solche weise die Last nur die halbe Zeit gienge und die andere helffte der Zeit ruhete, so müsse man, wenn die Last allezeit gehen soll, einen zweyfachen glatten Boden haben, dass sie wahrer weise gehen und stehen könne. Und welcher Boden traget, der

---

1) S. Nr. 122. 2) S. Anmerkung zu Nr. 123.
3) S. die vorliegende Arbeit weiter unten.

stehet still und inzwischen laufft der andere wieder vor, damit er die last empfangen könne, wenn sie von dem vorigen abtritt.

6to. Und daher lasset der Boden, so stehen oder ruhen und tragen soll, seine füsse fallen, der andere aber, so vorlauffen soll, hebet sie in die Höhe.

7mo. Man kan sich figuriren, dass ein ieder Boden doppelt oder aus zwei Balcken, als der Eine Boden ist *a* (*a*) und *b* (*b*), die zusammen gehöhren, damit die Last oder der Rollwagen, so von (*a*) nacher *a* gehen soll, mit den zwey rechten rädern auf *a* (*a*), mit den zwey linken aber auff *b* (*b*) gehe und *a* (*a*) hängt mit *b* (*b*) zusammen vermittelst der querbalcken *ab* und (*a*) (*b*) und diess ist der innere Boden.

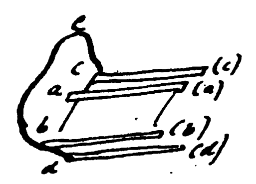


Fig. 188.

8. Der äussere Boden aber wäre *c* (*c*) *d* (*d*). Dem Boden *a* (*b*); auff dessen rechten Balcken *c* (*c*) gehen auch die rechten 2 räder des rollwagens, und auff dem lincken Balcken *d* (*d*) gehen die lincken räder.

9. und solche doppelte balcken sind nöthig, weil der rollwagen auff beyden seiten räder haben muss, umb besser getragen zu werden, sonst würde die Last kippen.

10. aber des äussern Bodens Balcken können unten durch keine Querbalcken zusammengehenget werden, weilen die füsse des inneren bodens, welche zu Zeiten niederfallen und auff der erde ruhn, solche abschneiden würden, massen also solche querbalcken oben zusammen gehen, über der Last oder über den rollwagen weg, als wie ein galgen *cefd* dergleichen auch (*c*) (*e*) (*f*) (*d*), man wolte dann dafür halten, dass nur einer in der mitte genug.

11. Diese beyden Bodens können ineinander eingereiffet seyn und der Balcken des einen an dem nechsten Balcken des andern gehen.

13. [1])Es folgt auch, dass der Rollwagen jede seiner vier Rollen doppelt haben müsse, nehmlich auff einer ax und einer seite der Rax[2]) sind zwey rollen, neben einander, welche den beyden tragbalcken antworten, als des Rollwagens rechtes forderradt bestehet auss zwey rollen, mit deren einer es (wechselsweise) auff *a*, mit dem andern aber auff *c* gehen könne, wenn es nehmlich von *a* abtritt. Damit nehmlich beym abtritt der Rollwagen oder der tragbalcken nicht nöthig habe, zur seite geschoben zu werden, sondern alles in einer linie bleibe.

14. aber diese beyden Rollen müssen nebeneinander seyn, aber nicht an einander fest, damit eine ohne die andere umblauffen könne und ob sie schohn gleich hoch, so kan man doch machen, dass wenn die eine aufstehet, die andere frey sey; indem der freye tragbalcken, indem er auff seinen füssen nicht steht, ein wenig nieder hüppet und also die rolle bis zu ihm nicht hinab rühret.

---

1) Nr. 12 fehlt. 2) Wohl Schreibfehler für Rollwagen.

15. man siehet noch, dass die Rollen *a* und *c* sowohl, als die Rollen *b* und *d* auff einer axe sizen, nehmlich auf der forderen Axe. Es bestehet aber solche Axe selbst aus 2 theilen, nehmlichen weilen die innenrollen *a* und *b* miteinander gleich umbgehen sollen, so können sie an einem stück fest seyn; hingegen die Rollen *c* und *d* sollen auch mit einander umbgehen, köndten aber wohl auch an einem stück fest seyn, doch sehe ich, dass es eben nicht nöthig, sondern es kan eine iede rolle frey umbgehen.

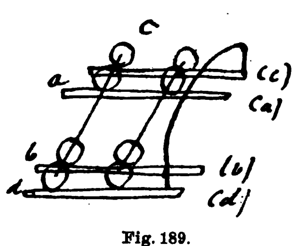


Fig. 189.

16. Nun ist die frage, wie man es machen müsse, dass ein Boden mit dem andern wechsele und ihm vorlauffe; welches zwar mit der Hand geschehen köndte, wenn iemand eigentlich darauff bestellet; weilen aber solches zu weitläufftig, muss auff Mittel gedacht werden, dass sich solches von selbsten thue.

17. Wir wollen nun den Rollwagen fürstellen. Seine doppelte forderrolle zur rechten Hand ist *ln*, die doppelte forderrolle zur linken Hand ist *mp*, die doppelte hinterrolle zur rechten Hand ist (*l*)(*n*), die doppelte hinterrolle zur lincken Hand ist (*m*)(*p*). Eine, nehmlich die forderaxe *nlmp* halte die zwey doppelte (oder 4 einfache) *nl mp* zusammen und die andere, nehmlich die hinteraxe (*n*)(*l*)(*m*)(*p*) halte die zwey doppelte (oder 4 einfache) hinterrollen (*n*)(*l*)(*m*)(*p*) zusammen. Die beyden axen *np* und (*n*)(*p*) hangen mit zwey tragbäumen, jede lang-weg zusammen *g* (*g*), *h* (*h*), umb die Last zu tragen, damit der Rollwagen beladen werden soll.

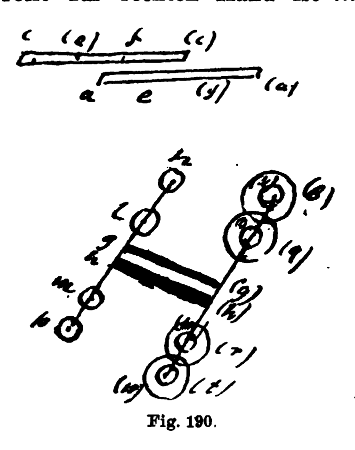


Fig. 190.

18. Weil es aber mit dem Rollwerck auff der einen Seite, wie auff der anderen, so ist genug, anietzo die eine seite zu betrachten. gesezt nun der Rollwagen stehe auf dem tragbalken *a* (*a*) bey *a* mit rolle *l* und auff eben dem tragbalcken bey *e* mit der hinteren rolle *l*. weilen nun der rollwagen forn bey *a* zum rade des inneren tragbalcken gekommen und doch weiter fortgezogen werden soll, so muss er nun von *a* (*a*) ab und auff *c* (*c*) hinüber kommen, nehmlich *c* (*c*) hat seine füsse schon fallen lassen und die füsse von *a* (*a*) werden in die höhe gehoben. Damit steht die rolle *n*, nehmlichen das äusserste an der forderen rechten doppelten rolle auff dem äusseren rechten tragbalcken *c* (*c*) bey *f*, so oben gegen *a* über. Und die rolle (*n*), nehmlichen das äusserste an der hintern rechten doppelten rolle, komt zu stehen auff den äussern rechten tragbalcken *c* (*c*) bey (*c*) und so viel *f* oder *a* von (*c*) oder *e*, so lang wird der Rollwagen und der innere rechte tragbalcken *a* (*a*); weil er nicht mehr auff füssen stehet, sondern an dem Nachbar *c* (*c*) schwebet, so küppet er ein wenig, so viel nöthig, dass die rollen *n* (*n*) nicht mehr auf ihm ruhen.

19. Nun aber, wenn der rollwagen fortgezogen war und von *f* nacher *c* oder von (*c*) nacher (*e*) gehet, so mus in wehrender solcher Zeit der wagbalcken *a*(*a*) nicht nur nachgehohlet werden, sondern gar vorschiessen, damit ehe der weg *fc* oder (*c*)(*e*) verrichtet ist, das hintere ende (*a*) von dem inneren tragbalcken *a*(*a*) vor das fordere ende *c* des äusseren tragbalcken *c*(*c*) zu stehen komme.

20. Zu solchem ende nun sizet an den hinteren rollen (*n*), (*l*) an ieder eine Drille, auff ieder Seite 2, nach forn 2 und hinten 2, summa 4, soviel als der hintern rollen, nehmlich bey den rollen (*l*)(*n*), (*m*)(*p*) kommen respectivè die Drillen (*q*)(*r*)(*s*)(*t*).

21. Die Drille sizt an der welle ihrer rolle fest und geht mit ihr umb, ist aber umb soviel grösser, als nöthig, damit wenn die rolle auff den tragbalcken umbgehet, die Drille inzwischen soviel strick aufwinde, damit der zurückgelassene wagbalcken *a*(*a*) nachgezogen werde.

22. wenn nun also der Rollwagen von *ac* auff *f*(*c*) übergetreten und anstatt der rollen *l*(*l*) nunmehr mit den rollen *n*(*n*) aufstehet und nun ferner fortgezogen werden soll, so drehen sich die rollen *n* und (*n*) umb und mit der hinteren rechten äussern rolle (*n*) ihre Drille (*s*). Von dieser Drille (*s*), so nunmehr stehet bey (*c*), gehet ein strick oder kette biss (*a*), nehmlichen bis zum hinteren ende des benachbarten wagbalckens, also wenn (*n*)(*s*) komt von (*c*) nacher (*e*), so wird (*a*) gezogen biss (*e*) und also wird der strick *s*(*a*) fast ganz auff die Drille *s* aufgewickelt.

23. Weilen aber, gleich wie ein strick von der Drille *s* nacher (*a*) gehet, also ebenmässig ein strick von der Drille *q* nacher (*c*) gehen muss; und man gern sehen will, dass die stricke nicht schieff, sondern gerade gehen, damit sie sich nicht leicht aussheben, auch nicht nach der seite ziehen, so muss etwas bey (*c*) heraussgebauet werden zur seite nacher (*q*) und wider etwas von (*a*) dagegen zur seite nacher (*s*). damit aber diese beyden auslagen nicht gegen einander gehen und einander abschneiden, so kan das eine etwas niedriger, als die Drille, das andere aber etwas höher seyn, so gehet eine unter der andern weg. Es muss auch die säule, darauff die innere auslage stehet, etwas zur seite einwärts stehen, damit sie nicht gegen ihre die Drille überkomme. hingegen gehet oben die auslage über den arm von der säule herüber, biss er der gegendrille, von der angezogen werden soll, gleich stehet.

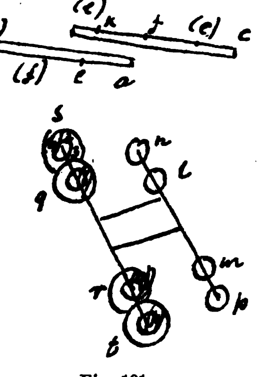


Fig. 191.

24. Nun ist die frage, umb wie viel die Drille höher seyn soll, als die Rolle, damit der zurückgebliebene Boden oder tragbalcken geschwind genugsam nach und vorschiesse und damit sein hinteres sich zeitlich genugsam bey dem vordern des benachbarten anfinde, umb die von diesem abtretende last zu empfangen.

25. Solches findet sich dergestalt, wenn man gegeneinander hält, wie viel weg der rollwagen und wie viel in wehrender solcher Zeit hingegen der tragbalcken zu gehen habe. Der Rollwagen stehet aniezo mit seinen hinteren rollen (*n*) bey (*c*) auff dem tragbalcken *c* (*c*); wenn er nun von dem Tragbalcken *c* (*c*) wieder auf den Tragbalcken *a* (*a*) abtreten soll, so muss er, der Rollwagen, mit seiner hinteren Rolle (*n*) gegangen sein von (*c*) biss (*e*). Hingegen muss in solcher Zeit das hintere Ende (*a*) des Tragbalckens *a* (*a*) gelauffen seyn soviel in der figur macht von (*a*) biss (*e*).

26. Darauss folgt nun, dass die Drille noch eins so hoch müsse seyn, als die rolle. Denn der Rollwagen gehet von (*c*) biss (*e*), ist so viel als die länge des Tragbalckens *c* (*c*) weniger die länge des Rollwagens (*e*) *e*. Hingegen soll der nachschiessende Tragbalcken von (*c*) nacher (*e*), nehmlich von (*a*) nacher *e*, und von *e* oder (*c*) nacher (*e*), deren jede soweit ist, als von (*c*) nacher (*e*).

27. Den Fortgang nun selbsten zu überlegen. Nachdem der rollwagen vom balcken *a* (*a*) auff den balcken *c* (*c*) getreten und nicht mehr mit den Rollen *l* (*l*) auff *ae*, sondern mit den rollen *n* (*n*) auf *f* (*c*) stehet, so gehet er nun auf dem Tragbalcken *c* (*c*) fort von (*c*) nacher *c* zu, das ist mit (*n*) von (*c*) nacher (*e*) und mit *n* von *f* nacher *c*. Inzwischen nun (*n*) also gehet, so drehet sich diese rolle von oben vorwerts niederwerts nach den Ziphern 23. (anstatt zu sagen von oben vorwerts niederwerts, von unten rückwerts auffwerts, von vorn niederwerts rückwerts, von hinten auffwerts vorwerts wäre schohn genug gesagt, von oben vorwerts oder von unten rückwerts, oder von vorn niederwerts oder hinten aufwerts, so dann dass das obere niederwerts, das untere auffwerts, das vordere rückwerts und das hintere auffwerts gehe, versteht sich ohne etc. Aus von oben vorwerts folgt von unten rückwerts, item aus von oben vorwerts folgt von vorn niederwerts etc.). wie nun die rolle geht, so gehet die Drille auch.

28. Ferner weil die geschwindigkeit der nachziehung daran henget, dass die Rolle sich gleichsam abmesse auff dem Tragbalcken und darauff alleine umbrolle, nicht aber schleiffe oder rutsche, weiln sonst sogestalt die Drille nicht genugsam mitlauffen würde, so muss man eine schnuhr oder kette an die rolle auff den tragbalcken legen. Vor der Hinlegung, wenn die Rolle auff dem still stehenden Tragbalcken fortgehet, denn soviel solche rolle auf dem Tragbalcken fortgehet, so viel wickelt sie nur schnuhr von sich ab und lasset solche auff dem Tragbalcken, nehmlich der untere Punkt 3 an der schnuhr so auff die rolle (*n*), komt zuerst auff den tragbalcken etwas weiter nacher *f* zu, als auff *k*, und komt also die schnuhr 32 zu liegen auf *ck* und so weiter, biss die ganze schnuhr 32 etc. auff *c* (*e*) zu liegen komt, welches ihre länge ist, und stehet dahin, wie gross man die Rolle machen will, dass die schnuhr mehr als einmal umbgehe nach guthfinden. weil nun also die Rolle nicht rutschen kan, wird sie gezwungen, so viel umbzugehen, als die schnuhr den weg. *c* (*c*) mit sich bringt und folglich muss die Drille *s* auch so oft umbgehen, als die rolle (*n*) und weilen *s* grösser als (*n*), wird (*a*) desto geschwinder nachgezogen, wie schon gemeldet.

29. Inzwischen nun die rolle (n) von oben vorwerts geht und vermittelst ihrer Drille s das Ende (a) nach sich ziehet, so wollen wir nun die andere rolle (l) betrachten, welche anfangs bei e stehet, aber mit (n) von (c) nacher (e) fortgehet. inzwischen laufft das theil ihres Tragbalckens, nehmlich e(a) von s mit (a) gezogen unter ihr hin und die schnur von der Drille q nach dem ende (c) gehet, wickelt sich von der Drille q ab und bleibt in der lufft, dieweil sich q und (c) von einander entfernen nur so geschwind, als der rollwagen fortgehet, da doch die schnuhr so lang, dass sie sich noch eins so weit entfernen köndte. Damit aber diese schnuhr q (c) in der Luft gespannet bleibet, hätte man eine Feder, wie in den taschenuhren in einem tambour legen können, dass also die Drille allezeit mit gewalt gezogen werden müsse, und nicht über die gebühr vorlaufft und die schnuhr schlaff machen kan, wie sonst von der schnelligkeit des Zugs besorge. Denn wenn die schnur schlaff, geht sie von der Drille ab. alleine ohne solche feder oder gewicht am tragbalcken kan die sach durch eine blosse gegenschnuhr an der rolle (l) erhalten werden, welche nicht bei (a), wie die vorige, sondern bey e etwas gegen a hin fest ist, dann dergestalt so viel die rolle von der schnuhr abgewickelt und auff (ae) e gelassen, als sie von (a) nach e gangen, also viel wickelt sie iezo von der contra gehenden Gegenschnuhr ab, indem sie von e zurück nacher (a) geht, oder, welches eins, (a) unter ihr hin nacher e zu laufft und dergestalt, indem sich die gegenschnuhr von der rolle g abwickelt und von e nacher a auff den tragbalcken leget, so wickelt sich hingegen die vorige schnuhr von e biss (a) wider auf die rolle und komt also alles rückwerts, wie zuvor, also dass bey ieder hinterrolle 3 schnühren; zwey nehmlich die rollenschnuhr und die gegenschnuhr, sind auff ihren tragbalcken fest, wenn nun wieder die rollenschnuhr bei (a) oder (c), die gegenschnuhr bey (c) oder e; die dritte aber, nehmlichen die Drillenschnuhr, ist fest an der Drille s oder q und das ende (a) oder (c), umb solches ende nachzuholen.

Was vor schwührigkeiten von der Natur des Bodens hehrkommen können, davon absonderlich, nachdem er steinige, zähe erde, wasser, steil, abschüssig, convex, concav sich wendet, (in engen wegen dieses sich plötzlich wenden würde die sach nicht angehen). habe auch gehandelt von der Deistel und den zwei regirenden keine Last tragenden rädern, welche doch im Nothfall zu ...[1]) fortbringen zu gebrauchen.

FINIS.

126. [Kleines Blatt.]

Wie ein Wagen auf glattem Boden gehen möge, habe ich unterschiedene Weisen. Die Schlechteste und Kürzeste ist vermittelst der centrischen Bewegung einer Walze oder eines rades, im rade dabey aber diese eingelagert sich annoch findet, dass gleich wohl die grossen Räder den Weg messen und sich durch selbigen schleiffen müssen. Der künstlichste und vollkommenste Weg vermittelst gewisser rollen, darauff der wagen gehet und mit denen er auff eisernen oder stählenen reiffen rotirt. Der Boden solcher reiffen aber gehet wechselsweise schritt vor schritt fort. Weilen aber diese

1) Unleserlich, vielleicht gebührendem.

Reiffen etwas künstlich und kostbar, bin ich auff ein ander bedacht geworden, dass der wagen auff gespannten Stricken gehe. Sie müssen kurz gespannt seyn, damit sie nicht schlaff seyn mögen. indem der wagen auf 2 Stricken gehet, ruhet der Grund, worauff solche gespannt und die zwei anderen Stricke mit samt ihrem stand werden etwas schlaff und gehen langsam mit ihrem stand fort und solches geschieht wechselsweise. Damit aber die Wagen um so leichter, gehn die Stricke unter Rollen, mit welchen der Wagen auf ihnen liegt.

Anmerkung. Wohl eine Ankündigung seiner Erfindung und deshalb etwas dunkel gehalten. Die Notiz ist offenbar nach der vorstehenden Abhandlung, also nach 1697 geschrieben.

In der Anmerkung zu Nr. 120 wurde die Folgerung gezogen, daß sich Leibniz schon im 17. Jahrhundert mit der Verbesserung des Fuhrwerks beschäftigt habe. Dies wurde durch die Nr. 122 bestätigt, die aus dem Jahre 1686 datiert ist, doch hat er sich bereits in den 70er Jahren des 17. Jahrhunderts um die Lösung der betreffenden Aufgaben bemüht, wie aus folgendem hervorgeht. 1678 war er im Auftrage des Herzogs Johann Friedrich nach Hamburg geschickt, um dort die von dem verstorbenen Arzte Martin Fogel hinterlassene Bibliothek anzukaufen.[1]) Er lernte dort den bekannten Johann Joachim Becher kennen, und „ließ[2]) in einer Unterhaltung mit ihm über Maschinenwesen unter anderem von einer Verbesserung an den Reisewagen, welche ihn im Entwurf beschäftigt hatte, etwas fallen. Als Becher einige Zeit nachher bei dem damals regierenden Herzog von Hannover auf dessen Liebe zur Chemie und Alchymie spekulierte, trat Leibnitz, von früher Jugend mit diesen Umtrieben nur zu sehr vertraut, Bechern zur rechten Zeit in den Weg. Dieser trug Leibnitzen es nach, und als er nach wenigen Jahren (1683) seine skurrile Schrift: Närrische Weisheit und weise Narrheit herausgab, worin er unter absichtlichen Uebertreibungen die paradoxen oder so erscheinenden Entwürfe und Erfindungen der ausgezeichnetsten Zeitgenossen bespottete, führte er als eine der weisen Narrheiten: „Leibnitzens Postwagen von Hannover nach Amsterdam in 6 Stunden zu fahren“ an und stellte ihn, der damals in den Kreisen des eigentlich gelehrten Publikums in Deutschland noch nicht recht bekannt, wenigstens nicht so, wie er es verdiente, war, als einen literarischen Abenteurer vor. Leibnitz that nichts, jene boshaften Anmuthungen zu widerlegen; doch in einem Briefe an den später regierenden Herzog Ernst August[3]), welchem Bechers Buch zugekommen war und seine Neugierde erregt hatte, erzählte er den wahren Hergang der Sache.“

Den Brief gibt Guhrauer[4]) in Übersetzung wieder. Die betreffende Stelle lautet: „Er (Becher) ist gegen mich aufgebracht gewesen, weil ich eine gewisse alchymistische Gaunerei, die er vorhatte, gehindert habe. Und indem er ein Mittel suchte, sich zu rächen, griff er zu einer Unterhaltung, welche wir vor einigen Jahren in Hamburg hatten, wo wir von Maschinen sprachen und ich ihm unter andern Dingen sagte, ich glaubte, daß man etwas an den Wagen verbessern könnte. Ich spreche nie aus freien Stücken

1) Guhrauer, Gottfried Wilhelm Freiherr von Leibnitz. Breslau 1846. Bd. I. S. 199. 2) Ebenda S. 200.
3) Johann Friedrich starb 1679. 4) A. a. O. S. 201.

von dieser Art von Materien, außer zu Personen, welche sich damit befassen. . . . Ich glaube jetzt, daß Becher . . . das für einen großen Entwurf nahm, was ich nur im Vorbeigehen gesagt hatte. . . . Was er von den sechs Stunden Weges sagt, in welchen dieser Wagen von Hannover nach Amsterdam gehen sollte, gehört zu seiner Erfindung . .“ Auf ähnliche Ursachen mag sich die Behauptung zurückführen lassen, Leibniz habe an einer Verbesserung der Schiebkarren gearbeitet. Daß man übrigens in damaliger Zeit dem Reisewagen, in dem man ja einen Teil des Lebens zu verbringen hatte, ein ganz anderes Interesse entgegenbrachte, wie in gegenwärtiger, folgt auch aus dem Briefwechsel von Huygens, der mehrfach Skizzen von Kutschwagen enthält. Mehrere Skizzen von solchen finden sich auch in Leibnizens nachgelassenen Papieren, sind aber wohl nicht seine Entwürfe.

Säge.

127. [1 Blatt 2°.]

Die hin und hehr gehende Säge *acdb* stehend in 1*a* trifft an daselbst den hin und hehr schieblichen und umb ein centrum herumbgehenden arm *ml*, stehend in 1*m*1*l* und indem 1*a* gehet nach 2*a*, wird 1*m*1*l* geführet nach 2*m*2*l*; indem nun *a* geht ein wenig weiter von 2*a* bis 3*a*, so schnappet eine feder fort, also dass *m* gehet von 2*m* bis 3m. Darbey wird vom widerstand zwischen 2*m* und 3*m*, das *m* hinein und das *l* hinaus getrieben, *l* zuvor drinn seyn müssen von 1*l* bis 2*l*, damit 1*m* 2*m* von 1*a* 2*a* getrieben wurde und hingegen 2*l* von 2*b* ein freyes ineinandergehen nicht ...[1]), so wurde ...[2]) *l* heraushanget und in 3*l* stehet. geht *abdc* wieder zurück und *b* kommend von 3*b* nach 4*b*, trifft zwar *l* an in 3*l*, kann es aber nicht weiter

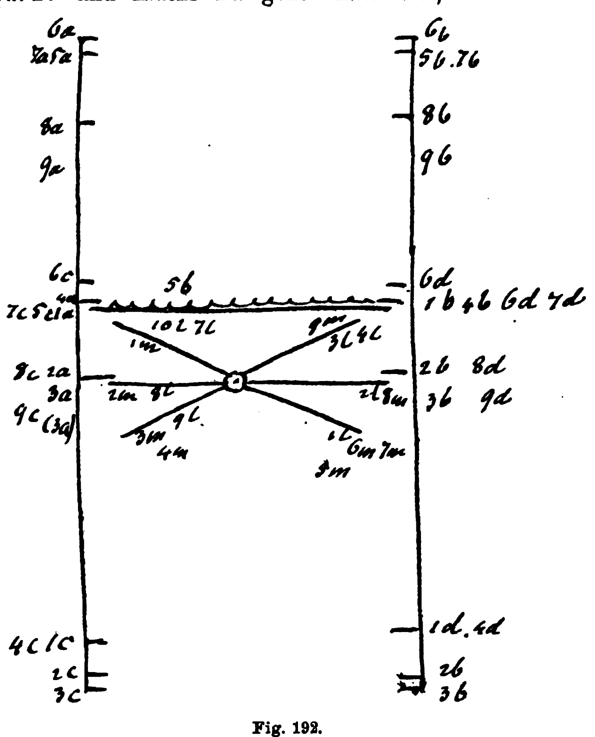


Fig. 192.

treiben, sondern etwas kippen machen, davon sichs doch wieder stellt und

1) Unleserlich, wohl: erlaubet. 2) Unleserlich, vielleicht: gemachet, dass.

bleibt in $3l$ oder $4l$. Von dannen gehet $4a\,4b\,4c\,4d$ nun weiter weg nach $5a\,5b\,5d\,5c$ und zugleich vermittelst eines tannenen Zapfen und schiebers, so nicht vorgestellet, die das Radt umtreiben, geht inzwischen l nach $5l$, indem c stehet bei $5c$, wo zuvor war $1a$, und indem $5c$ vollends gehet nach $6c$, so gehet $5l$ nach $6m$ und rencontriren also einander nicht. Es erscheinet also darauss, dass der Hub dergestalt etwas länger zunehme, weil hernach c von $6c$ bis $7c$ ledig gehet und nur von $7c$ bis $8c$, $9c$ arbeitet, und l von $7l$ nach $8l$, $9l$ treibet. inzwischen geht auch m von $7m$ nach $8m$, $9m$ und thut eben, was l zuerst gethan. Wird auch l zwischen $8m$ und $6m$ hinaus geschoben, indem l zwischen $8l$ und $9l$ hinein muss.

Von $9c$ gehet c nach $1c$, und in wehrender Zeit geht der krumme Zapfen fort und treibet $9m$ herüber nach $1m$. Da dann diese sich also zurichten, dass a, so in wehrender Zeit nacher $1a$ tritt, ein wenig hinter m bleibe, damit sie einander nicht begegnen.

Soll aber die Machina hinter sich gehen, so kan und wird es nicht geschehen in wehrender Zeit des weges von $6c$ bis $9c$ oder von $1a$ bis (3a), sondern zwischen selbigen geschieht es nur nach $4l$, zwischen $4l$ und $5l$, so wird ja l wieder zurück nach $4l$ geführet und alda von dem nach $4b$ oder $1b$ wieder zurückgehenden b eben also angetroffen, wie m in $1m$ von $1a$ und thut also $1b$ auff l, was zuvor $1a$ auff m, weil ja alles gleichsam umgekehrt und à dextro ad sinistrum transferirt worden. Dann ein wiederstand zwischen $1l\,2l$, also zwischen $2m\,3m$. Zwischen $7l$ und $9l$ geschieht auch kein rückgang, wo er aber geschieht zwischen $9l$ und $1l$, da scheint die Machina zu fehlen.

Nägel und Hämmern.

128. [Kleines Blättchen.]

Damit Nägel sich nicht leicht aus Holze ziehen, kan man solche in gestalt einer auswerts gespizten säge formiren, indem man einwerts hinein feilet, wie wohl nicht gar tieff, so gehen sie zwar leicht in das Holz, aber weilen das Holz sich etlicher massen herstellet und zwischen die sägenspizen hineintritt, und also rückwerts widerstehet, kan der Nagel schwehrlich wieder heraus.

Fig. 193.

Anmerkung. In derselben Weise befestigt man auch jetzt noch die Bolzen der Steinschrauben.

129. [Kleines Blättchen.]

Hämmern. Beym Goldschlagen und anderm Hämmern hat man den Vortheil, dass der Hammer selbst wieder zurück in die Höhe prallet, dahehr sich die Bewegung leicht unterhalten lässt, sonsten würde es unvergleichlich schwerer fallen.

Angeln.

130. [Kleines Blättchen.]

Eine Machina zu angeln köndte dergestalt gerichtet werden, dass sobald ein fisch an der Angel gezogen, solche hinauffgehe, mitsamt dem fisch, wenn er anders daran bleiben und eine andere an ihre stelle herunter falle. Also köndte man angeln ohne arbeit, aufsicht und zeitverlust.

Gefäß für flüchtige Flüssigkeiten.

131. [Kleines Blatt.]

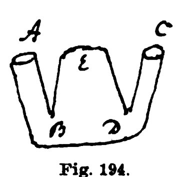


Fig. 194.



Fig. 195.

Die Röhren *AB*, *CD* so. enge als immer thunlich, gehen auff den Boden des Geschirrs, darinn die Spiritus des liquoris, über sich steigend nacher *E*, alda können keinen ausgang finden und also nicht ausdampfen, sondern der liquor conservirt sich. Es müssen aber der Röhren zwey seyn, sonst würde nichts heraus noch hinein wollen. wenn auch die Röhre nicht am ende sondern in der Mitte wäre als [in nebenstehender Figur] würde man oben dann nichts heraus schütten können, denn im umbkehren käme *G* über den liquorem, und müsste also selbiger nur allein sugendo herausgebracht werden.

132. [Kleines Blatt.]

Glass, darauss die spiritus nicht leicht aussdampfen, ob es gleich offen. hier wird das fundament vorgestellet. Die Sache giebt sich nach belieben. $\frac{10}{20}$ Januarii 1688.

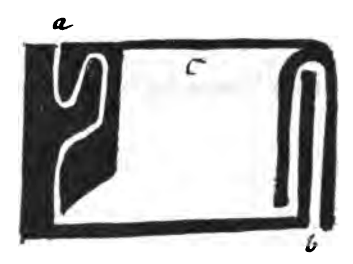


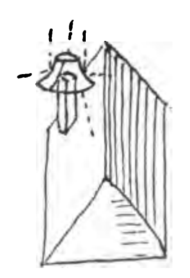
Fig. 196.

Durch *a* giesset man ein und muss nach aussen, da man will, durch *b*. *b* ist ein lufftloch. Kann auch zum Heber und aussgiessen dienen. Die Spiritus, anstatt nacher *a* und *b* zu kommen steigen nach *c*. *a* und *b* können oben so weit sein, als man will.

Anmerkung. Ein anderes kleines Blatt, das dasselbe Datum des 10./20. Januar 1688 trägt, enthält dieselbe Idee noch einmal, doch sind die dazu gehörigen Zeichnungen weniger zur Ausführung geeignet. Sie stellen also wohl die ersten Versuche der Ausführung jenes Einfalles vor, den Leibniz an dem durch das Datum bezeichneten Tage hatte.

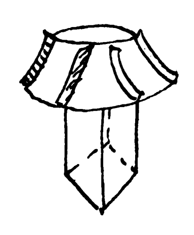
Schornsteine.

133. [4 Zeichnungen von Leibnizens Hand.]



Schornstein, so wohl ziehet

Fig. 197.



Windzug

Fig. 198.

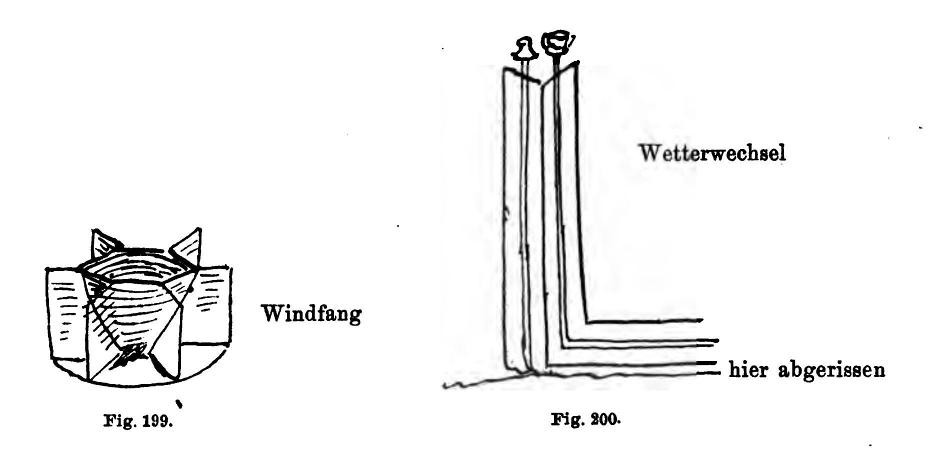


Fig. 199. Fig. 200.

Anhang.

134. [5 1/2 Seiten 2°, zur Hälfte beschrieben. Auf die frei bleibende Hälfte hat Leibniz weitere Zusätze gemacht. Ganz unleserlich geschriebene Worte sind ergänzt und dann durch [?] kenntlich gemacht.]

Drole de Pensee, touchant une nouvelle sorte de REPRESENTATIONS.

Septembre 1675.
plustost Academie des Sciences.

La Representation, qui se fit à Paris Septembre 1675 sur la riviere, de Seine d'une Machine, qui sert à marcher sur l'eau[1]), m'a fait naistre la pensée suivante, la quelle, quelque drole qu'elle paroisse, ne laisseroit pas d'estre consequence, si elle estoit executée.

Supposons, que quelques personnes de consideration, etendues aux belles curiositez, et sur tout aux machines soyent d'accord ensemble, pour en faire faire des representations publiques.

Pour cet effet il faudroit, qu'elles pûssent avoir un fonds, à fin de faire des depenses necessaires; ce qui ne seroit pas difficile, si quelques uns au moins de ces personnes fussent en état d'avancer. Comme par exemple le Marquis de Sourdiac, Mons. Baptiste, Mons. le Brun[2]), ou peut estre quelque grand Seigneur comme Mons. de la Feulliade[3]), Mons. de

1) Wohl in der von Schwenter in Mathematische Erquickstunden 1636 nach Leurechon auf S. 465 abgebildeten Weise.

2) Vielleicht der bekannte erste Maler Ludwigs XIV., welcher die Deckendekorationen im Schloß zu Versailles hergestellt hat. Er lebte von 1629 bis 1690.

3) François d'Aubasson, Duc de Feuillade. War 1675 Marschall von Frankreich geworden. Geboren um 1625, gestorben 1691.

əz Mons. de Meclenbourg, Mons. de
oudroit pour tant mieux qu'on pût se
ıes des gens puissans en cours et il
ıpables de soûtenir les frais necessaires.
rendrait maistre tout seul de l'affaire,
ıoses allans bien on pourroit tousjours

ə faire les frais, il en faudroit aussi,
nouvelles inventions. Mais comme le
rdres; je croy que le meilleur seroit,
ssociez, maistres du privilege, et que
recens avec condition au à l'egard de
un certain temps ou aussi long temps,
ısqu' à ce qu'on leur auroit rendu
oient avoir fourni.

ʒe seroient des peintres, des sculpteurs,
res gens semblables. On peut adjouter
ectes, bateleurs, charlatans, Musiciens,
əurs et autres, le tout peu à peu et

: exemple des Lanternes Magiques (on pourroit commencer par la), des vols, des meteores contrefaites, toutes sortes de merveillage optiques; une representation du ciel et des astres; cometes; Globe comme de Gottorp au Jena; feux d'artifices, jets d'eau, vaisseaux d'estrange forme; Mandragores et autres plantes rares. Animaux extraordinaires et rares. Cercle Royal. Figures d'animaux. Machine Royale de cours de chevaux artificiels. Prix pour tirer. Representations des actions de guerre. Fortifications faites, elevées, de bois, sur le theatre, charité, cruauté etc. le tout à l'imitation du faiseur de l'art, que j'ai veus, un maistre de fortification expliqueroit l'usage de toute guerre contrefaite. Exercice d'infanterie de Martinet. Exercice de cavallerie. Brume [?] navale en petit sur un canal. Concerts extraordinaires. Instrumens rares de Musique. Trompetes parlantes. Chasse-Lustres et pierreries contrefaites. La Representation pourroit tousjours estre mellée de quelque histoire ou comedie. Theatre de la nature et de l'art. Luter. Nager. Danseur de cordes extraordinaires. Saut perilleux. Faire voir qu'un enfant leve un grand poids avec un fil. Theatre anatomique. Jardin de simples, Laboratoire suivront. Car outre les representations publiques, il y aura des particulieres comme des petites machines de Nombres, en autres Tableaux, medailles, bibliotheque. Nouvelles experiences à l'eau, air, vuide, pour les representations grandes serviroit aussi la machine de Mons. Guericke: de 24 chevaux etc., pour les petites fort globe. Quantité des choses de chez

---

1) Artus Gouffier, Herzog von Roanez. Starb 1696.

2) Arnoud Charles, Marquis de la Porte, Marquis de la Milleraye. Wurde durch seine Heirat mit Hortense Mancini, der Nichte des Kardinals Mazarin, auch Herzog von Mazarin. Um 1675 war er Gouverneur des Elsasses.

Mons. Dalencé;[1]) item pour l'aimant. Mons. Denis[2]), ou Mons. — les expliqueroient.[3]) On y distribueroit meme certaines raretez, comme ceux pixtriques etc. On y feroit l'operation de transfusion et infusion.[4]) item pour congé on donneroit aux spectateurs le temps, qu'il fera le lendemain, s'il pleuvra ou non; par le moyen d'un petit homme Cabinet du pere Kircher.[5]) On fera venir d'Angleterre l'homme, qui mange du feu etc. s'il est encore en vie. On feroit voir au soir la lune par un Telescope aussi bien que d'autres astres. On feroit chercher un beuueur d'eau.[6]) On feroit l'epreuve des machines, qui jetteroient juste sur un point donné. Des representations des muscles, nerfs, os, item machine representant le corps humain. Insectes de Mons. Schwammerdam[7]), Goedartis . . .[8]) Myrmeleon. Boutique de Mepitus Galinée et des Billets. Arts de Mons. Thevenot.[9]) Disputes plaisantes et colloques. Faire voire chambres obscures. Peintures, qui ne

---

1) Joachim d'Alencé (Dalencé) war zu Paris geboren und beschäftigte sich nach Hautefeuille als Sekretär des Königs mit Physik und Astronomie. Er starb 1707. Er gehörte zu den Gelehrten der damaligen Zeit, die mit anderen eifrig korrespondierten und so die Zeitschriften von heute ersetzten. 1687 gab er eine Schrift: Traité de l'aimant heraus, 1688 eine zweite Traittez des baromètres, thermomètres et notiomètres.

2) Denis Papin, der seit etwa 1671 Amanuensis bei Huygens war, wo ihn Leibniz, der sich von 1672—1676 mit Unterbrechungen in Paris aufhielt, kennen lernte. Papin führte damals für Huygens Versuche mit der Luftpumpe aus, die er 1674 unter dem Titel: Experiences du vuide veröffentlichte.

3) Hier hat Leibniz an den Rand geschrieben: on plus tost differentes chambres comme boutiques du palais dans une meme maison, dont les particuliers ayant des chambres louees feroient voir le raretez. Nouvelle rue la Ravignoy.

4) Zusatz von Leibniz an dieser Stelle: en pourroit estre plusieurs maisons en differens endroits de la Ville, et qui representeroient de diverses choses. Le privilige pourroit obliger tous ceux, qui voudroient representer de le faire dans l'Academie des representations. On pourroit à la fin recevoir et mettre en usage le privilege du bureau d'Adresse genèral, chose de grande importance, si elle avoit esté poussée comme il faut. Souvent on ne feroit point de frais en donnant seulement d'autres la liberté de representer dans la maison de l'Academie, pour un certain argent. Et ainsi on en auroit du profit, ce seroit du tousjours à l'academie: et on ne feroit point de depense.

peut estre en se chargant de l'execution de la fondation du college de 4 nations l'y pourroit joindre: on y tireroit au blanc. on y fonderoit des loteries et unre espece de (unleserlich, vielleicht givoco) on y vendroit quantité de petites curiositez.

5) Ein Wetterhäuschen, wie sie auch jetzt noch beliebt sind.

6) Auf einem Blatt in Quarto bemerkt Leibniz hierüber: „En quoy pourroit consister l'artifice du Beuueur d'Eau. Puisqu'il est asseuré que les liqueurs qu'il rendont non seulement la couleur mais encor l'odeur et le goust naturel, il n'est croyable qu'il change l'eau en telles liqueurs. il faut donc qu'il les ait avallées auparavant. la difficulté est comment il les a pû empecher de se confondre dans son estomac.“ Leibniz glaubt, daß er die Flüssigkeiten in dünnhäutigen Schläuchen bei sich habe, welche bis zum Magen reichten, deren obere Enden aber im Munde sich befänden, und die er mittelst eines Ventils durch die Zunge öffnen könnte.

7) Swammerdam, der berühmte Verfasser der Biblia naturae. Lebte in Amsterdam von 1637—1680.

8) Abgerissen, vielleicht Leeuwenhoek, der durch seine mikroskopischen Untersuchungen berühmt war. Lebte in Delft von 1632 bis 1723.

9) Thevenot (1620—1692), der Erfinder der Röhrenlibelle, Verfasser der Relations de divers voyages curieux.

se voyent, que d'un . . .[1]) de certaine maniere et d'un autre, de tout autre . . .[2]) d'un certain Mons. à l'isle, v. d. — fermes comme à Versailles qui bordent un Canal. Rejouissances publiques . . .[3]) peintures sur de papier huylé et des lampes ardents. On pourroit avoir des figures, qui marcheroient, illuminées peu dedans pour voir ce que seroit sur le papier. Pour le lampes magiques, on auroit non seulement des simples choses peintés sur du transparent, mais démembrables pour representer des mouvemens bien extraordinaires et grotesques, que les hommes scauroient faire.[4]) Ballets des chevaux. Courses de bague et de la teste de Turc. Machine des arts, telle que j'ay veu en Allemagne. Force du miroir ardent du feu Gilgeois de Callinius. Jeu d'Echec, . . .[5]) d'hommes sur un theatre. Comme dans Haychaffle. Aufzüge à la mode d'Allemagne. On y pourroit apprendre et representer d'autres especes de jeux en grand. Jouer une comedie entiere des jeux plaisans de toutes sortes de pays. Les gens les imiteroit [oient] chez eux. on auroit dans la maison jeu de paume et autres, et pour ce on inventeroit peut estre une nouvelle espece de jeux utiles. On y pourroit à la fin etablir des Academies d'Exercice et des colleges pour la jeunesse, peut estre la pourroit en joindre au college de 4 notions. Comedies des modes, disputes de chaque pays. Une comedie indienne, une Turque, une persane etc. Comèdies des metiers, une pour chaque metier, qui representeroit leur adresses, droleries [?], plaisanteries, chefs d'oeuvres, loix et modes particuliers ridicules. En autres bouffons Italiens, on chercheroit de bouffons françois qui joueroient quelques fois de bouffoneries. Dragons volans de feu etc. pouvoient estre de papier huylé, illuminé. Moulins a tout vent, l'aisseaux qui iroient contre le vent. le chariot à voiles de Hollande ou plus tost de Chine. Instruments qui joueroient eux memes. Caillous etc. Machine de Hauz d'une cavalerie et infanterie contrefaite, qui se bat.[6]) L'experience de casser un verre en criant. Petter devroit

1) Abgerissen, vielleicht instrument. 2) Abgerissen, vielleicht comme celle.

3) Abgerissen, vielleicht comme.

4) Hier hat Leibniz am Rande zugesetzt: j'aurois presque oublié, qu'on y pourroit establir une Academie des jeux ou plus generalement Academie des plaisirs. Mais le premier nom, me plaist d'avantage, parce qu'il est au goust du monde. On y joueroit aux cartes, aux dez, il y auroit une chambre de Landsquenes, une chambre de trente et quarante. Une chambre du Beclan, une chambre de l'Hombre enz. Une chambre des echecs ou dame. On feroit comme chez Fredoc. on distribueroit des marques à ceux, qui voudroient jouer la dedans; et ainsi ils ne joueroient point d'argent mais des marques, ce qui fait jouer les gens plus aisement. Ceux qui voudroient disner la dedans ne donneroient qu'une marque (louys d'or) par teste et seroient fort bien traitez. Ce seroit en meme temps un honneste cabinet comme chez Blyeme. On feroit voir la dedans des curiositez, on n'y pouvoit entrer sans une marque, on payeroit les marques au bureau. il y aurait une adresse ou subtilité pour rendre les marques en contrefaisables; il faudroit que leur nombre se rapportasse a quelque autre nombre [ein Wort abgerissen] il y auroit plusieurs maisons ou Academies de cette nature par la ville. ces maisons ou chambres seront batties de maniere que la maistre de la maison pourroit entendre et voir, tout ce qui se dit et fait sans qu'on l'appercoiasse par le moyen de miroirs et tuyaux, ce que seroit une chose tres importante pour l'estat et une espece de confessional politique [der Rest abgerissen].

5) Abgerissen, hieß wohl presentation.

6) Zusatz von Leibniz: Palais enchanté, isle enchantée. Theatre [abgerissen, vielleicht enchanté] de papier huylé en dedans dans un sombre lieu.

venir. Inventions de Monsieur Weigel.[1]) Faire voire l'egalité des battemens des pendules. Globe de Mons. Guericke.[2]) Tours de chasse passe. Tours de Carte. On pourroit faire entrer ces choses dans les comedies v. gr. jouer un bateleur. A la fin l'opera pourra estre jointe à tout cela; et bien d'autres choses. postures dans les comedies à la mode d'Italie et d'Allemagne seroit . . .[3]) Tirer le rideau ce ne seroit pas mauvais sçavoir pendant l'intervalle. On pourroit faire voire quelque chose dans l'obscurité. Et les lanternes magiques pourroient estre propres à cela. On pourroit faire representer ces actions de ces marionettes transparentes representées par quelques paroles ou chants. On pourroit faire une representation des antiquitez de Rome et autres. des hommes illustres. Enfin de toutes sortes de choses.

---

1) Erhard Weigel (1625—1699) seit 1653 Professor in Jena, Verfasser einer Reihe von Werken, deren Titel die Neugier erregten, wie Himmelspiegel (1661), Zeitspiegel (1664), Erdspiegel (1665), Vorstellung der Kunst und des Handwerks (1672), Neu erfundener Reiserat (1672), Pendulum ex tetracty deductum (1674), Wirkliche Probe der Feldkutsche (1674) usw.

2) Hier hat Leibniz zugesetzt: il faudroit empecher qu'a l'Academie on ne jurât point; n'y blasphemât point dieu. car c'est le pretexte pourquoy on a soupçoné les Academies. On trouveroit le pretexte, en faisant venir la mode d'estre beau joueur, si est adoré joueur sans emportement. Et que ceux qui s'emporteroient, donneroient quelque chose non pas aux cartes ou à la maison, car cecy paroistroit interessé moins au jeu. car pour la ce seroit l'interest de ceux, qui jouent, de faire observer la loy. Mais si on remarquoit une trouppe de joueurs tout emportez, ce qui est rare, qui se dispenseroit mutuellement de cette loy, on leur refuseroit la porte à l'ouvrir [?] et pres les avoir exdus [?] simplement. Il faudroit se servir non pas du pretexte de repousser [?] le vulgaire, le meprise, mais de la mode, et de l'art de qualité. Si NB on ne refuseroit à nulle trouppe, qui voudroit jouer dans la chambre publique; car ce seroit remarqué si une certaine trouppe de joueurs cherchoit une chambre, lorsque [?] cela leur seroit accordé; mais s'il s'y jugoient et se dispenseroient de la loy, on leur refuseroit une chambre particuliere qui [se] fera s'il faudroit permettre les tricheries au jeu. On pourroit distinguer selon que les personnes voudroient. En toute la tricherie estaut permise par leur accord d'une commune voix, on mettroit une peine sur celui, qui tricheroit et seroit decouvert, pour donner faut aux cartes. S'il n'y auroit de peine marquée, elle seroit censée permise. Mais si des joueurs le voudroient bannis absolument, ces seroient sans peine d'estre banni de compagnie ou d'une grande somme d'argent. Par ce moyen les tricheries seroient le plus souvent permises. ce qui feroit chercher le monde à mille adresses. Neantmoins je croy que cette tricherie d'apporter une carte estrangere devroit estre defendue absolument, de meme, que de se servir de dez estrangers. il faut mieux banni les tricheries, moins que les joueurs ne le veuillent permettre eux mêmes ou mettants seulement d'une somme d'argent. Le maistre du jeu pouvoit avoir a luy des joueurs apportes pour estre du parti. Mais cela pouvoit aussi miner la reputation [on pourroit aussi etablir une] espece de loterie avec un gain prisonable (qui se peut calculer) pour la maistre de loterie etc.

Cette maison deviendroit avec le temps un palais, et elle contiendroit meme ou dans son enclosé ou en bas des boutiques de toutes sortes des choses imaginables.

Le jeu seroit le plus beau pretexte du monde de commencer une chose aussi able au public que cellecy. Car il faudroit faire donner le monde dans le panneau, profiter de son faible et le tromper pour le guerir a t'il rien de si juste que de faire servir l'extravagance à l'establissement de la sagesse. C'est veritablement utile de faire à une personne un auxiliaire [?] on pouvoit avoir des chambres des masques. [Das übrige abgerissen.]

3) Wohl d'interest.

L'usage de cette entreprise seroit plus grand, qu'on ne se pourroit imaginer, tant en public, qu'en particulier. En public il ouvriroit les yeux aux gens, animeroit aux inventions, donneroit des belles vües, instruiroit le monde d'une infinité de nouveautez utiles ou ingenieuses. Tous ceux qui ouvrent une nouvelle invention, ou dessein ingenieux pourroient y venir, ils y trouveurent de quoy gagner leur [oeuvre pour] faire connoistre leur inventions en tirer du profit; ce seroit un bureau general d'adresse pour tous les inventions. On y auroit bientost un theatre de toutes les choses imaginables. Menagerie. Machines simples. Observatoire, theatre anatomique. Cabinets de raretez. Tous les curieux s'y adresseroient. Ce seroit le moyen de debiter les choses. On y joindroit des Academies, colleges, jeux de paume et autres, concerts, galeriees de tableaux. Conversations et conferences. Le profit en particulier seroit grand apparemment. Les curiositez optiques ne couteroient gueres et feroient une grande partie de ces inventions. Tous les honnestes gens voudroient avoir vu ces curiositez la, pour en pouvoir parler. Les dames de qualité mêmes voudroient y estre menées, et cela plus d'une fois. On seroit tousjours encouragé à pousser les choses plus loin, et il seroit bon, que ceux qui l'entreprissent, s'asseurassent du secret dans les autres grandes villes ou cours principales[1]), come Rome, Venise, Vienne, Amsterdam, Hambourg; par des gens de leur dependance, ayant privileges des Roys et republiques. Cela serviroit meme a établir partout une assemblée d'Academie des sciences, qui s'entretiendroit d'elle meme, et qui ne laisseroit pas de produire des belles choses. Peut estre que des Princes curieux et des personnes illustres y contribueroient du leur pour la satisfaction publique et pour l'accroisement des sciences. Enfin tout le monde en seroit allarmé et comme eveillé et l'entreprise pourroit avoir des suites aussi belles et aussi importantes que l'on se sçauroit imaginer, qui peut estre seroit un jour admirée de la posterité.

Zum Schluß macht Leibniz noch den folgenden Zusatz: On y joindroit à la fin un bureau d'achat; Registre d'affiches et mille autres choses utiles. joignes les Marionettes du Marmis au les Pygmées. On pouvoit encor y adjouter les ombres, soit un theatre, [soit] au bout du costé des spectateurs. ou il y a lumiere et de petites figures de bois emuées qui jeteront leur ombre contre un papier transparent, derriere qu'il y aura de la lumiere aussi; cela fera [jeter] les ombres sur le papier d'une maniere fort eclatant et en grand. Mais a fin que les personnes des ombres ne paroissent pas toutes sur un même plan, la perspective pourra remedier par la grandeur diminuante des ombres. Elles viendront du bord vers le mileu et cela paroistra homme si elle renvient du fond en avant. Elles augmenteront de grandeur par le moyen de leur distance de la Lumiere; ce qui sera fort aisé et simple; il y aura incontinent des metamorphoses merveilleuses, de sauts perilleux, des vols. Circle Magierenne, qui transforme des enfens, qui paroissent. Apres cela tout d'un coup on obscuriroit tout; la même merveille serviroit, ou suppriseroit toute la lumiere, excepté cette

1) Hier hat Leibniz den folgenden Zusatz gemacht: Ayant un fond, il s'y feroient une espece de banques des rentes, a vie et autres; or de mons de pieté; des compagnies pour de nouvelles manufactures.

seule, qui est proche des petites figures de bois remuables. Ce reste de lumiere avec l'aide d'une Lanterne Magique jetteroit contre la muraille des figures admirablement belles et remuables qui garderoient les memes loix de la perspective. cela seroit accompagné d'un chant derriere le theatre. Les petites figures seroient remuées par en bas ou par leur poids, afin que ce qui sert à les remuer, ne paroisse pas. Le chant et la musique accompagneroient tout.

Anmerkung. Der vorstehende Entwurf enthält so viel für die Geschichte der Naturwissenschaften Interessantes, daß es wohl gerechtfertigt war, ihn hier aufzunehmen, obwohl sein Hauptinhalt in das Gebiet der Kulturgeschichte gehört. Nicht wenige von Leibnizens Vorschlägen, die er einen Drole nennt, sind jetzt längst verwirklicht. Man denke an den Kristallpalast in Sydenham und die Welt- und sonstigen Ausstellungen, aber auch an viele unserer zoologischen Gärten, an die Variététheater, bunte Brettel und nicht zuletzt an das Wertheimsche Warenhaus in Berlin. Den mehr der Verbreitung der Wissenschaft gewidmeten Teil des Programmes wiederum hat die Urania in Berlin zu dem ihrigen gemacht. So sind auch hier die Ideen Leibnizens, wenn auch von ihnen ausgehend, doch denen seiner Zeit weit vorausgeeilt. Lange nach seinem Tode, zum Teil erst in unseren Tagen sind sie verwirklicht worden. Höher aber noch ist ihm der sie durchwehende große Zug anzurechnen, welcher den Blick immer auf das allgemeine Wohl gerichtet hält und immer bestrebt ist, die sich sonst zersplitternden Einzelkräfte zu einem Ganzen zusammenzufassen, als dessen Teil sie erst ihre nützliche Wirkung voll entfalten können. Derselbe Grundgedanke ließ den Erfinder der Infinitesimalrechnung auch überall dahin wirken, daß die regierenden Herren seiner Zeit Akademien der Wissenschaften gründeten, ließ ihn zum Stifter der Berliner werden. Wie mannigfaltig er sich aber die Ziele einer solchen Akademie dachte, das beweist ein Auszug[1]) aus einem seiner Briefe an den Prinzen Eugen, den Besieger der Türken. Danach sollte deren Tätigkeit sich erstrecken auf historische Arbeiten und Untersuchungen von Diplomen und Handschriften, eine Bibliothek für die neuesten Erscheinungen in der Literatur, ein Münz- und Antikenkabinett, ein Theater der Natur und Kunst, ein chemisches Laboratorium, ein Observatorium, ein Modellen- und Maschinenmagazin, einen botanischen Garten, ein Mineralien- und Steinkabinett, Schulen für Anatomie und Chirurgie, eine jährliche physiko-medizinische Geschichte der Jahreszeiten und Statistik des Inneren, Reisen zu Untersuchungen im Gebiete der Kunst, Natur und Literatur, Gehalte für das dazu angewandte Personal, Ermunterung derjenigen, welche sich den Untersuchungen und Erfindungen widmeten, Preise und Belohnungen für Entdecker.

1) Guhrauer, Gottfried Wilhelm Freiherr von Leibnitz. Breslau 1846. Bd. II. S. 288.

Alphabetisches Namen- und Sachverzeichnis.

[Die Namen sind gesperrt gedruckt.]

M.

N.

O.

P.

R.

Druck von B. G. Teubner in Dresden.


3 2044 010 006 138


WIDENER
1989
WIDENER
BOOK DUE
1990
FEB 1 1991

